



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101959066 B

(45) 授权公告日 2012. 10. 10

(21) 申请号 201010245535. 7

(22) 申请日 2005. 09. 21

(30) 优先权数据

102004059978. 5 2004. 12. 13 DE

60/619, 457 2004. 10. 15 US

(62) 分案原申请数据

200580035281. 3 2005. 09. 21

(73) 专利权人 弗劳恩霍夫应用研究促进协会

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 海科·施瓦茨 德特勒夫·马尔佩

托马斯·威甘德

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 王波波

(51) Int. Cl.

H04N 7/26 (2006. 01)

H04N 7/36 (2006. 01)

H04N 7/50 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1436423 A, 2003. 08. 13, 全文.

EP 0644695 A2, 1995. 03. 22, 全文.

CN 1355995 A, 2002. 06. 26, 全文.

US 6480547 B1, 2002. 11. 12, 全文.

CN 1484452 A, 2004. 03. 24, 全文.

US 5973739 A, 1999. 10. 26, 说明书第 5 栏至第 6 栏, 图 3.

审查员 穆滢

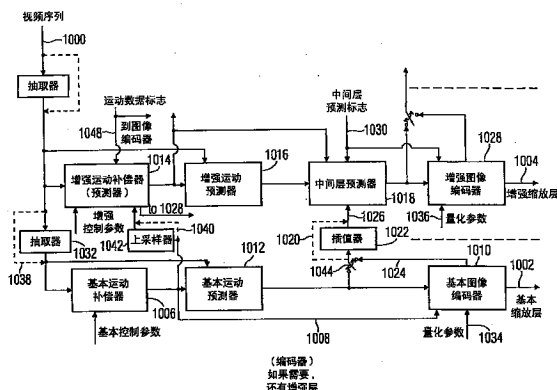
权利要求书 1 页 说明书 22 页 附图 13 页

(54) 发明名称

用中间层残留值预测产生并解码视频序列的设备和方法

(57) 摘要

视频编码器在基本层 (1002) 和增强层 (1004) 中执行运动补偿预测 (1906、1012、1014、1016), 通过使用来自基本层的运动数据, 确定增强层的运动数据, 和 / 或通过使用来自基本层的残差图像的序列, 在增强层的运动补偿预测之后, 通过中间层预测器 (1018), 预测残差图像的序列。在解码器一侧, 中间层组合器用于抵消该中间层预测。因而与没有中间层预测但具有相同图像质量的可缩放方案相比, 提高了数据率。



CN 101959066 B

1. 一种用于对具有基本缩放层 (1002) 和增强缩放层 (1004) 的编码的视频序列进行解码的设备,包括:

基本图像解码器 (1060),用于对基本缩放层进行解码,以获得残差图像的解码基本序列和基本运动数据,所述基本运动数据表示当前图像中的宏块相对于图像组中另一图像怎样运动;

增强图像解码器 (1066),用于对增强缩放层进行解码以获得增强层残差图像;

中间层组合器 (1074),用于将残差图像的解码基本序列或残差图像的插值基本序列与增强层残差图像组合,以获得残差图像的增强序列;

增强运动组合器 (1076),形成为通过使用残差图像的增强序列和增强层运动数据,来获得增强缩放层的图像序列,

其中,基本缩放层 (1002) 的图像的分辨率比增强缩放层 (1004) 的图像的分辨率低,以及

所述设备还具有残留值插值器 (1070),用于将残差图像的解码基本序列插值为更高的分辨率。

2. 一种用于对具有基本缩放层 (1002) 和增强缩放层 (1004) 的编码的视频序列进行解码的方法,包括步骤:

对基本缩放层进行解码,以获得残差图像的解码基本序列和基本运动数据,所述基本运动数据表示当前图像中的宏块相对于图像组中另一图像怎样运动;

对增强缩放层进行解码以获得增强层残差图像;

将残差图像的解码基本序列或残差图像的插值基本序列与增强层残差图像组合,以获得残差图像的增强序列;

通过使用残差图像的增强序列和增强层运动数据,执行增强运动组合,来获得增强缩放层的图像序列,

其中,基本缩放层 (1002) 的图像的分辨率比增强缩放层 (1004) 的图像的分辨率低,以及

其中,所述方法还包括步骤:将残差图像的解码基本序列插值为更高的分辨率。

用中间层残留值预测产生并解码视频序列的设备和方法

[0001] 本申请是 PCT 国际申请日为 2005 年 9 月 21 日、PCT 国际申请号为 PCT/EP2005/010227、中国国家申请号为 200580035281.3 的发明名称为《用中间层残留值预测产生并解码视频序列的设备和方法》的申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及视频编码系统,具体地涉及可缩放 (scalable) 视频编码系统,可结合视频编码标准 H.264/AVC 或新的 MPEG 视频编码系统一起使用。

背景技术

[0003] 标准 H.264/AVC 是 IUT-T 视频编码专家组 VCEG 和 ISO/IEC 运动图像专家组 (MPEG) 的视频标准化计划的结果。该标准化计划的主要目标是提供一种具有非常好的压缩行为、同时产生网络友好的视频表征的清晰视频编码概念,包括例如视频电话的具有“通话特征”的应用以及没有通话特征的应用(存储、广播、流传输)。

[0004] 除了上述标准 ISO/IEC 14496-10 之外,还存在与该标准有关的多种出版物。仅作为示例,参考“The Emerging H.264-AVC standard”, Ralf Schäfer, Thomas Wiegand and Heiko Schwarz, EBU Technical Review, January 2003。此外,专家出版物“Overview of the H.264/AVC Video Coding Standard”, Thomas Wiegand, Gary J. Sullivan, Gesle Bjontegaard and Ajay Lohtra, IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, July 2003 以及专家出版物“Context-based adaptive Binary Arithmetic Coding in the H.264/AVC Video Compression Standard”, Detlev Marpe, Heiko Schwarz and Thomas Wiegand, IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, September 2003, 包括视频编码标准的不同方面的概述。

[0005] 然而,为了更好地理解,将参考图 9 至 11 给出视频编码/解码算法的概述。

[0006] 图 9 示出了视频编码器的完整结构,视频编码器通常包括两个不同级。通常,第一级通常进行有关视频的操作,产生输出数据,然后输出数据经过第二级的熵编码,第二级在图 9 中由 80 表示。数据是数据 81a、量化变换系数 81b 以及运动数据 81c,其中,将这些数据 81a、81b、81c 提供给熵编码器 80,以在熵编码器 80 的输出处产生编码的视频信号。

[0007] 具体地,将输入视频信号分别分割划分为宏块,其中每个宏块具有 16×16 像素。然后,选择宏块与片组和片的关联,根据该关联,由图 8 所示的操作块网络来处理每个片的每个宏块。应该注意,当视频图像中存在不同的片时,可能高效并行处理宏块。经由图 8 中的块编码器控制 82 来执行宏块与片组和片的关联。存在不同的片,这些片定义如下:

[0008] I 片: I 片是其中片的所有宏块都是使用帧内预测来编码的片。

[0009] P 片:除了 I 片的编码类型之外, P 片的某些宏块也可利用每个预测块的至少一个运动补偿预测信号,使用帧间预测来编码。

[0010] B 片:除了 P 片中可用的编码类型之外, B 片的某些宏块也可利用每个预测块的两个运动补偿预测信号,使用帧间预测来编码。

[0011] 上述三种编码类型与早期的标准中的编码类型非常类似,但是如下面所述的,使用参考图像。下面片的两种编码类型在标准 H. 264/AVC 中是新的:

[0012] SP 片:该片也被称为切换 P 片,其编码成可在不同预编码图像之间有效地切换。

[0013] SI 片:SI 片也被称为切换 I 片,其使 SP 片中的宏块精确地适应直接随机存取和错误恢复目的。

[0014] 总而言之,片是宏块序列,如果不使用灵活宏块排序 FMO 的属性,则按照光栅扫描的顺序对片进行处理,标准中同样定义了 FMO。如图 11 所示,可将图像分割为一个或多个片。因此,图像是一个或多个片的集合。在这点上,由于可根据比特流来分析(解析)片的语法单元,所以片是彼此独立的,其中,可在片所表示的图像范围内正确地对采样值进行解码,只要所用的参考图像在编码器和解码器中是相同的。然而,需要来自其它片的某些信息来在片边界上应用解块滤波器(deblocking filter)。

[0015] FMO 特性通过使用片组的概念,来修改将图像划分为片的方式。每个片组是由宏块到片组的映射所定义的宏块的集合,宏块到片组的映射由图像参数集的内容和来自片头的某些信息规定。该宏块到片组的映射包括图像中每个宏块的片组标识号,该标识号规定了有关宏块所属的片组。可将每个片组划分为一个或多个片,因此片是相同片组中的宏块的序列,该序列按照特定片组的宏块集合中的光栅抽样的顺序来处理。

[0016] 取决于片编码器的类型,可以以一个或多个编码器类型来发送每个宏块。在所有片编码器类型中,支持被称为 $\text{intra}_{4 \times 4}$ 或 $\text{intra}_{16 \times 16}$ 类型的帧内编码,此外,还支持色度预测模式和 I_{PCM} 预测模式。

[0017] $\text{intra}_{4 \times 4}$ 模式基于独立的每个 4×4 色度块的预测,并且非常适用于对具有突出细节的图像部分进行编码。另一方面, $\text{intra}_{16 \times 16}$ 模式执行整个 16×16 色度块的预测,并更适用于对图像的“柔和”区域进行编码。

[0018] 除了这两个色度预测类型之外,还执行独立的色度预测。作为 $\text{intra}_{4 \times 4}$ 和 $\text{intra}_{16 \times 16}$ 的备选, $I_{4 \times 4}$ 编码类型使得编码器简单地省略预测以及变换编码,而直接发送编码的采样的值。 I_{PCM} 模式具有以下目的:其是编码器精确地表征采样的值。其提供一种精确地表征非常异常的图像内容的值而不放大数据的方式。此外,其可以确定比特数的确切边界,编码器需要具有该确切边界以处理宏块而不损失编码效率。

[0019] 与在变换域中执行帧内预测的早期的视频编码标准(即 H. 263+ 和 MPEG-4visual)相反,H. 264/AVC 中的帧内预测总是通过参考分别在要预测的块的左侧和上方的先前编码的块的相邻采样,在空间域中执行的(图 10)。在出现传输错误的某些情况下,这会引入错误传播,其中,由于帧内编码的宏块中的运动补偿而发生该错误传播。因此,可用信号通知受限的帧内编码模式,受限的帧内编码模式仅能够预测帧内编码的相邻宏块。

[0020] 在使用 $\text{intra}_{4 \times 4}$ 模式时,预测空间相邻采样的每个 4×4 块。通过使用相邻块中先前解码的采样,来预测 4×4 块的 16 个采样。可对每个 4×4 块使用 9 种预测模式之一。除了“DC 预测”(其中一值用于预测整个 4×4 块)之外,规定 8 个方向预测模式。这些模式适用于预测图像中的方向结构,例如不同角度的边缘。

[0021] 除了帧内宏块编码类型之外,将不同预测或运动补偿编码类型规定为 P 宏块类型。每个 P 宏块类型与将宏块具体分为块形式相对应,块形式用于运动补偿预测。语法支持以 16×16 、 16×8 、 8×8 或者 8×16 采样的小块尺寸进行划分。在 8×8 采样的划分中,对

于每个 8×8 划分, 发送附加的语法单元。该语法单元规定了是否将各个 8×8 划分进一步划分为 8×4 、 4×8 或者 4×4 亮度采样和相应的色度采样。

[0022] 通过将各个参考图像的区域移动由平移矢量和图像参考指标规定的量, 获得每个预测编码的 $M \times M$ 小块的预测信号。因此, 如果使用四个 8×8 划分来编码宏块, 并且在将每个 8×8 划分进一步划分为四个 4×4 划分时, 可在所谓运动场内传输单个 P 宏块的最大量为 16 的运动矢量。

[0023] 在 H. 264/AVC 中, 量化参数片 QP 用于确定变换系数的量化。该参数可假定 52 个值。设置这些值, 使得量化参数增加 1 则意味着量化器步长宽度增加大约 12%。这意味着量化参数增加 6 则使量化器步长宽度恰好增加因子 2。应该注意, 步长大小改变大约 12% 也意味着比特率减少大约 12%。

[0024] 块的量化变换系数通常以 Z 字形路径来采样, 并通过使用熵编码方法来处理。按照光栅扫描顺序来采样色度分量的 2×2 DC 次数, 并且可通过使用 16 比特整数值的加法和移位运算来实现 H. 264/AVC 中的所有逆变换运算。

[0025] 参考图 9, 对于视频序列中的每个图像, 首先逐个图像将输入信号划分为 16×16 像素的宏块。然后, 将每个图像提供给减法器 84, 减法器 84 减去由包含在编码器中的解码器 85 提供的原始图像。然后对减法结果 (即空间域的残留信号) 进行变换、缩放和量化 (块 86), 以获得线 81b 熵的量化变换系数。为了产生要馈入减法器 84 的减法信号, 首先再次对量化变换系数进行缩放和逆变换 (块 87), 以提供给加法器 88, 加法器 88 的输出馈入解块滤波器 89, 其中, 例如, 在解块滤波器的输出处监视将要由解码器进行解码的输出视频信号, 以用于控制目的 (输出 90)。

[0026] 通过使用输出 90 处的解码的输出信号, 在块 91 中执行运动估计。对于块 90 中的运动估计, 从图 9 中可见, 提供原始视频信号的图像。标准允许两种不同的运动估计, 即前向运动估计和后向运动估计。在前向运动估计中, 关于前一图像来估计当前图像的运动。然而, 在后向运动估计中, 使用将来的图像来估计当前图像的运动。将运动估计的结果 (块 91) 提供给运动补偿块 92, 特别地, 在开关 93 切换到帧间预测模式时, 就像在图 9 的情况下一样, 运动补偿块 92 执行运动补偿帧间预测。然而, 如果开关 93 切换到帧内预测, 则使用块 490 来执行帧内预测。因此, 由于对于帧内预测, 不执行运动补偿, 所以不需要运动数据。

[0027] 运动估计块 91 分别产生运动数据和运动场, 其中, 将分别包括运动矢量的运动数据和运动场发送到解码器, 从而可执行相应的逆预测, 即使用变换系数和运动数据的重构。应该注意, 在前向预测中, 可分别根据紧接的前一图像和多个在前的图像来计算运动矢量。除此之外, 还应该注意, 在后向预测中, 可使用紧接的相邻的将来图像, 当然也可使用其它的将来图像, 来计算当前图像。

[0028] 图 9 所示的视频编码概念的缺点在于, 其未提供简单的可缩放性的可能。如本领域公知的, 术语“可缩放性 (scalability)”表示编码器 / 解码器概念, 其中, 编码器提供缩放的数据流。缩放的数据流包括基本缩放层以及一个或多个增强缩放层。基本缩放层包括要编码的信号的表征, 通常具有较低质量, 但同时具有较低数据率。增强缩放层包含视频信号的另一表征, 其提供相对于基本缩放层有提高质量的表征, 典型地伴随着基本缩放层的视频信号表征。另一方面, 当然, 增强缩放层具有各自的比特需求, 因此用于表示要编码的信号的比特数随每个增强层而增加。

[0029] 取决于设计和可能性,解码器仅对基本缩放层进行解码,以提供由解码信号表示的图像的相当差质量的表征。然而,随着每次“增加”另一缩放层,解码器可逐步提高信号的质量(在有损比特率的情况下)。

[0030] 取决于实现方式和编码器到解码器的传输通道,由于典型地基本缩放层的比特率很低而有限的传输通道足够,所以传输至少一个基本缩放层。如果传输通道不再有更多的带宽,则仅传输基本缩放层而不传输增强缩放层。结果,解码器可只产生图像信号的低质量表征。与数据率太高而使得传输系统不太可能的未缩放情况相比,低质量表征是有利的。如果传输通道运动传输一个或多个增强层,则编码器将向解码器传输一个或多个增强层,因此可根据请求,逐步地提高输出视频信号的质量。

[0031] 关于视频序列的编码,可区分两种不同的缩放。一种缩放是时间缩放,因此未传输视频序列的所有视频帧,而是为了减小数据率,例如,仅传输了每第二个帧、每第三个帧、每第四个帧等。

[0032] 另一种缩放是 SNR 缩放($SNR = \text{信噪比}$),其中,基本缩放层和第一、第二、第三、... 增强缩放层包括所有的时间信息,但是具有不同的质量。因此,基本缩放层具有低数据率,但是具有低信噪比,其中,可通过每次增加一个增强缩放层来逐步地提高该信噪比。

[0033] 图 9 所示的编码器概念的问题在于,它是基于残留值仅由减法器 84 产生、然后被处理的事实。在图 9 所示的通过使用块 86、87、88、93、94 和 84 而形成闭合回路的设置中,基于预测算法来计算这些残留值,其中,量化参数进入闭合回路,即进入块 86、87。如果现在实现简单的 SNR 缩放,即例如首先用粗量化步来量化预测残留信号,然后通过使用增强层,用细量化器步长来逐步量化预测残留信号,这将具有以下结果。由于逆量化和预测,特别地,关于一方面使用原始图像且另一方面使用量化图像而进行的运动估计(块 91)和运动补偿(块 92),将在编码器和解码器中导致量化器步长的“发散”。这导致在解码器一侧产生增强缩放层非常困难。此外,在解码器一侧处理增强缩放层变得不可能,至少是关于在标准 H. 264/AVC 中定义的单元不可能。因此,原因是图 9 所示的视频编码器中的闭合回路包含量化。

[0034] 在 San Diego 2003 年 12 月 2 日到 5 日的第九届 JVT 会议介绍的 Hsiko Schwarz, Detlev Marpe 和 Thomas Wiegand 的题为“SNR-Scalable Extension of H. 264/AVC”的标准化文献 JVT-I 032t1 中,介绍了对 H. 264/AVC 的可缩放扩展,其中包括关于时间和信噪比的可缩放性(具有相等或不同时间精度)。因此,引入了时间子带划分的提升表征,这允许使用运动补偿预测的公知方法。

[0035] 在 J. -R. Ohm, “Complexity and delay analysis of MCTF interframe wavelet structures”, ISO/IEC JTC 1/WG 11 Doc. M8520, July 2002 中描述了其中提升表征用于小波分析和小波合成的基于小波的视频编码算法。在 D. Taubman, “Successive refinement of video: fundamental issues, past efforts and new directions”, Proc. of SPIE (VCIP' 03), vol. 5150, pp. 649-663, 2003 中可以找到与可缩放性有关的评述,然而,其中需要显著的编码器结构改变。根据本发明,一方面实现了编码器/解码器的概念,另一方面,可缩放的可能性可基于与标准一致的单元,尤其是对于运动补偿。

[0036] 在详细参考图 3 的编码器/解码器机构之前,首先,参考图 4 来分别描述编码器一侧的基本提升方案和解码器一侧的逆提升方案。在 W. Sweldens, “A custom design

construction of biorthogonal wavelets”, J. Appl. Comp. Harm. Anal., vol. 3(no. 2), pp. 186-200, 1996 和 I. Daubechies and W. Sweldens, “Factoring wavelet transforms into lifting Steps”, J. Fourier Anal. Appl., vol. 4(no. 3), pp. 247-269, 1998 可找到与提升方案和小波变换的组合的背景技术有关的详细解释。通常,提升方案包括三步,即多相分解步骤、预测步骤和更新步骤。

[0037] 分解步骤包括将输入侧的数据流划分为下分支 40a 的相同第一拷贝以及上分支 40b 的相同拷贝。此外,将上分支 40b 的相同拷贝延迟一时间级 (z^{-1}),使得具有奇数索引 k 的采样 s_{2k+1} 与具有偶数索引 s_{2k} 的采样分别经过各个抽取器和下采样器 42a、42b。抽取器 42a 和 42b 分别通过去除每第二个采样,来减少上和下分支 40b、40a 中的采样数。

[0038] 涉及预测步骤的第二区域 II 包括预测算子 43 和减法器 44。表示更新步骤的第三区域包括更新算子 45 和加法器 46。在输出侧,存在两个归一化器 47、48,用于归一化高通信号 h_k (归一化器 47) 和归一化低通信号 l_k (归一化器 48)。

[0039] 具体地,多相分解导致给定信号 $s[k]$ 的奇偶采样的划分。由于相关性结构典型地示出了局部特性,所以奇偶多相分量高度相关。因此,在最后的步骤中,通过使用整数采样来执行奇数采样的预测 (P)。每个奇数采样 $s_{\text{odd}}[k] = s[2k+1]$ 的相应预测算子 (P) 是相邻偶数采样 $s_{\text{even}}[k] = s[2k]$ 的线性组合,即

$$[0040] \quad P(s_{\text{even}})[k] = \sum_l p_l s_{\text{even}}[k+l]。$$

[0041] 作为预测步骤的结果,奇数采样由它们各自的预测残留值替代:

$$[0042] \quad h[k] = s_{\text{odd}}[k] - P(s_{\text{even}})[k]。$$

[0043] 应该注意,预测步骤等效于执行两个通道的滤波器组的高通滤波,如在 I. Daubechies and W. Sweldens, “Factoring wavelet transforms into lifting steps”, J. Fourier Anal. Appl. vol 4 (no. 3), pp. 247-269, 1998 中所示。

[0044] 在提升方案的第三步中,通过用预测残留值 $h[k]$ 的线性组合来替代偶数采样 $s_{\text{even}}[k]$,来执行低通滤波。各个更新算子 U 给出如下:

$$[0045] \quad U(h)[k] = \sum_l u_l h[k+l]。$$

[0046] 通过用以下值替代偶数采样:

$$[0047] \quad l[k] = s_{\text{even}}[k] + U(h)[k]$$

[0048] 给出的信号 $s[k]$ 最终可由 $l[k]$ 和 $h[k]$ 表示,其中,每个信号具有二分之一采样率。由于更新步骤和预测步骤都是完全可逆的,所以可将相应的变换解释为严格采样理想重构滤波器组。实际上,可以看出,可由一个或多个预测步骤和一个或多个更新步骤的序列来实现任意双正交族的小波滤波器。对于低通和高通分量的归一化,如已经解释的,给归一化器 47 和 48 提供适当选择的缩放因子 F_l 和 F_h 。

[0049] 图 4 在右边边示出了与合成滤波器组相对应的逆提升方案。该方案只包括以相反顺序以及相反符号来应用预测和更新算子,之后通过使用奇偶多相分量来进行重构。具体地,图 4 所示的右边的解码器也包括第一解码器区域 I、第二解码器区域 II 以及第三解码器区域 III。第一解码器区域抵消更新算子 45 的效果。这通过向更新算子 45 提供由另一归一化器 50 归一化的高通信号来实现。然后,与图 4 的加法器 46 相反地,将解码器侧的更新算子 45 的输出信号提供给减法器 52。相应地,处理预测器 43 的输出信号,然后将该输出

信号提供给加法器 53,而不是与编码器侧一样提供给减法器。现在,在每个分支中进行因子 2 的信号上采样(块 54a、54b)。然后,将上分支向将来移位一个采样,这等效于延迟下分支,来在加法器 55 中执行上分支和下分支上的数据流的加法,以在合成滤波器组的输出处获得重构的信号 s_k 。

[0050] 可分别由预测器 43 和更新算子 45 来实现多个小波。如果要实现所谓 hair 小波,则预测算子和更新算子给出如下:

$$[0051] \quad P_{\text{Hair}}(s_{\text{even}})[k] = s[2k] \text{ 和 } U_{\text{Hair}}(h)[k] = \frac{1}{2}h[k],$$

[0052] 使得

$$[0053] \quad h[k] = s[2k+1]-s[2k] \text{ 以及 } l[k] = s[2k] + \frac{1}{2}h[k] = \frac{1}{2}(s[2k] + s[2k+1])$$

[0054] 分别与 hair 滤波器的非归一化高通和低通(分析)输出信号相对应。

[0055] 在 5/3 双正交样条小波的情况下,该小波的低通和高通分析滤波器分别具有 5 和 3 个滤波器抽头,其中,相应的缩放函数是二阶 B 样条。在诸如 JPEG200 的静止图像的编码器应用中,该小波用于时间子带编码器方案。在提升情况下,5/3 变换的相应预测和更新算子给出如下:

$$[0056] \quad P_{5/3}(s_{\text{even}})[k] = \frac{1}{2}(s[2k] + s[2k+2]) \text{ 以及 } U_{5/3}(h)[k] = \frac{1}{4}(h[k] + h[k-1])$$

[0057] 图 3 示出了在编码器一侧和解码器一侧都具有示范性的四个滤波器级的编码器/解码器结构的方框图。从图 3 可见,编码器的第一滤波器级、第二滤波器级、第三滤波器级和第四滤波器级是相同的。解码器的滤波器级也是相同的。在编码器一侧,每个滤波器级包括后向预测 M_{10} 60 以及前向预测 M_{11} 61 作为中心单元。后向预测器 60 在原理上与图 4 的预测器 43 相对应,而前向预测器 61 与图 4 的更新算子相对应。

[0058] 与图 4 相反,应该注意,图 4 涉及采样流,其中采样具有奇数索引 $2k+1$,而另一采样具有偶数索引 $2k$ 。然而,如已经参考图 1 所解释的,图 3 中的注释涉及一组图像而不是一组采样。如果图像分别具有多个采样和图像,则完全馈入该图像。然后,馈入下一图像等。因此,不再有奇数和偶数采样,而只有奇数和偶数图像。根据本发明,将针对奇数和偶数采样所描述的提升方案分别应用于每个都具有多个采样的奇数和偶数图像。现在,图 4 的逐个采样预测器 43 变为后向运动补偿预测 60,而逐个采样更新算子 45 变为逐个图像前向运动补偿预测 61。

[0059] 应该注意,针对两个相继的有关图像来计算运动滤波,运动滤波包括运动矢量且表示块 60 和 61 的系数,并将其作为辅助信息从编码器发送到解码器。然而,本发明概念的主要优点在于,结合图 9 所描述的且在标准 H. 264/AVC 中标准化的单元 91、92 可容易地用于计算运动场 M_{10} 和运动场 M_{11} 。因此,对于本发明概念,不需要使用新的预测器/更新算子,而可将在针对功能和效率所检查的视频标准中提到的已有算法用于前向或后向的运动补偿。

[0060] 具体地,图 3 所示的所用滤波器组的一般结构示出了在输入 64 处馈入的具有 16 个图像组的视频信号的时间分解。该分解是视频信号的二元时间分解,其中,在图 3 所示的实施例中,需要四极 $2^4 = 16$ 个图像(表示组大小为 16 个图像)来实现最小时间分辨率的表征,该表征即输出 28a 和输出 28b 处的信号。因此,如果将 16 个图像分组,则导致 16 个

图像的延迟,这使图 3 所示的具有四级的概念对于交互式应用更加困难。因此,如果目的是交互式应用,则优选地形成更小的图像组,例如四个或八个图像的组。然后,相应地减小延迟,从而可能用于交互式应用。在不需要交互的情况下,例如用于存储等的情况下,可相应地增加组中图像数目,即组大小,例如增加到 32 个、64 个图像等。

[0061] 在这种方式下,使用基于 hair 运动补偿提升方案的交互式应用,该应用包括 H. 264/AVC 中的后向运动补偿预测 (M_{i0}),并还包括更新步骤,更新步骤包括前向运动补偿 (M_{i1})。如 H. 264/AVC 所示的,预测步骤和更新步骤都使用运动补偿过程。此外,不仅使用运动补偿,还使用由图 9 中的附图标记 89 所表示的解块滤波器 89。

[0062] 第二滤波器级还包括下采样器 66a、66b、减法器 69、后向预测器 67、前向预测器 68 以及加法器 70 和另一处理装置,该另一处理装置用于在所述另一处理装置的输出处输出第二级的第一和第二高通图像,并在加法器 70 的输出处输出第二级的第一和第二低通图像。

[0063] 此外,图 3 的编码器包括第三级和第四级,其中,将 16 个图像的组馈入第四级输入 64。在也被称为 HP4 的第四级高通输出 72 处,输出用量化参数 Q 量化且相应处理的八个高通图像。相应地,在第四滤波器级的低通输出 73 处,输出八个低通图像,这八个低通图像馈入第三滤波器级的输入 74。该级同样用于在也被称为 HP3 的高通输出 75 处产生四个高通图像,并在低通输出 76 处产生四个低通图像,这四个低通图像馈入第二滤波器级的输入 10 并被分解。

[0064] 特别地,应该注意,由滤波器级处理的图像组并不一定必须是来源于原始视频序列的视频图像,而可以是由下一更高滤波器级在滤波器级的低通输出处输出的低通图像。

[0065] 此外,还应该注意,当简单地省略第四滤波器级并将图像组馈入输入 74 时,图 3 所示针对 16 个图像的编码器概念可容易地减少为针对八个图像。以相同的方式,可通过添加第五滤波器级、然后在第五滤波器级的高通输出处输出 16 个高通图像、并将第五滤波器级的输出处的十六个低通图像馈入第四滤波器级的输入 74,将图 3 所示的概念扩展为针对 32 图像组。

[0066] 编码器一侧的树式概念同样适用于解码器一侧,但是不像编码器一侧一样从高级到低级,而是在解码器一侧从低级到高级。因此,示意地被称为网络抽象层 100 的从传输介质接收数据流,所接收的比特流首先经过另一逆处理装置的另一逆处理,在装置 30a 的输出处获得第一级的第一高通图像的重构版本,并在图 3 的块 30b 的输出处获得第一级低通图像的重构版本。然后,与图 4 的右半部相同,经由预测器 61,首先将前向运动补偿预测反转,然后从低通信号的重构版本中减去预测器 61 的输出信号(减法器 101)。

[0067] 减法器 101 的输出信号馈入后向补偿预测器 60,产生预测结果,在加法器 102 中将预测结果与高通图像的重构版本相加。然后,通过使用上采样器 104a、104b,使两个信号(即下分支 103a、上分支 103b 中的信号)变为双倍采样率,然后根据实现方式,使上分支的信号延迟或“加速”。应该注意,仅通过插入与图像的采样数相对应的数目的零,由桥 104a、104b 来执行上采样。以 z^{-1} 示出的单元使上分支 103b 相对于下分支 103a 的图像延迟移动使得两个第二级低通图像依次出现在相对于加法器 106 的输出侧。

[0068] 第一和第二第二级低通图像的重构版本然后馈入解码器一侧的第二级逆滤波器,通过逆滤波器组的相同实现,再次与发送的第二级高通图像组合,在第二级的输出 101 处

获得四个第三级低通图像序列。四个第三级低通图像然后在第三级的逆滤波器级中与发送的第三级高通图像组合,在逆第三级滤波器的输出 110 处获得序列格式的八个第四级低通图像。在逆第四级滤波器中,这八个第四级低通图像再次与经由输入 HP4 从传输介质 100 接收的八个第四级高通图像组合,在逆第四级滤波器的输出 112 处获得 16 个图像的重构组。

[0069] 因此,在分析滤波器组的每一级中,将两个图像(原始图像或者表示低通信号并在下一更高级中产生的图像)分解为低通信号和高通信号。低通信号可以当作输入图像的共有特性的表征,而高通信号可当作输入图像之间的差异的表征。在合成滤波器组的相应级中,通过使用低通信号和高通信号,再次重构两个输入图像。

[0070] 由于在合成步骤中执行分析步骤的逆运算,所以分析/合成滤波器组(当然没有量化)确保了理想的重构。

[0071] 损耗仅发生在其它处理装置中的量化中,例如 26a、26b、18。如果非常精细地执行量化,则可实现良好的信噪比。然而,如果非常粗略地执行量化,则实现相对差的信噪比,但是具有低的比特率,即要求低。

[0072] 没有 SNR 可缩放性,利用图 3 所示的概念,已经实现了时间缩放控制。因此,使用时间缩放控制 120,其形成为在输入侧分别获得高通和低通输出以及其它处理装置(26a、26b、18、...)的输出,以从这些部分数据流 TP1、HP1、HP2、HP3、HP4 中产生缩放的数据流,该缩放的数据流具有基本缩放层的第一低通图像和第一高通图像。然后,第二高通图像的处理版本容纳在第一增强缩放层中。第三级高通图像的处理版本会被容纳在第二增强缩放层中,而第四级高通图像的处理版本会被引入第三增强缩放层。因此,仅根据基本缩放层,解码器可产生具有较低时间质量的低级低通图像序列,即每个图像组的两个第一级低通图像。随着每个增强缩放层的添加,可一直使每组的重构图像数目翻倍。解码器的功能典型地由缩放控制来控制,缩放控制形成为检测在数据流中包含多少缩放层以及解码器在解码期间要考虑多少缩放层。

[0073] Heiko Schwarz, Detlev Marpe and Thomas Wiegand 在 2003 年 12 月 8 日至 12 日在 Waikoloa Hawaii 的第十届 JVT 会议中介绍的题为“SNR-Scalable Extension of H. 264/AVC”的 JVT 文献 JVT-J 035 示出了图 3 和图 4 所示的时间分解方案的 SNR 可缩放扩展。具体地,将时间缩放层划分为各个“SNR 缩放子层”,其中,用第一粗量化器步长来量化某个时间缩放层,来获得 SNR 基本层。然后,执行逆量化,并从原始信号中减去逆量化的结果信号,获得差值信号,然后用细量化器步长对差值信号进行量化,获得第二缩放层。然而,用细量化器步长对第二缩放层进行再次量化,从原始信号中减去再次量化后获得的信号,获得另一差值信号,在用细量化器步长进行量化之后,该差值信号分别表示第二 SNR 缩放层和 SNR 增强层。

[0074] 因此,可以发现,基于运动步长时间滤波(MCTF)的上述可缩放性方案已经提供了关于时间可缩放性以及 SNR 可缩放性的高度灵活性。但是还有一个问题,即多个缩放层的总比特率仍然远大于在不能够缩放的情况下编码最高质量的图像时所实现的比特率。由于不同缩放层的辅助信息,可缩放的编码器也许永远不能够获得未缩放情况下的比特率。然而,具有多个缩放层的数据流的比特率应该尽可能地接近未缩放情况的比特率。

[0075] 此外,可缩放性概念应该对于所有可缩放性类型都提供高度灵活性,这意味着关于时间和空间的高度灵活性以及关于 SNR 的高度灵活性。

[0076] 在具有低分辨率的图像已足够但是希望更高时间分辨率的情况下,高灵活性尤其重要。例如,当图像中存在快速改变,例如在团体性运动的视频中,除了球之外,还有许多人同时运动时,会产生这种情况。

发明内容

[0077] 本发明的目的式提供一种灵活的编码 / 解码概念,尽管该概念是可缩放的概念,它也可提供尽可能低的比特率。

[0078] 该目的由根据权利要求 1 的用于产生编码的视频序列的设备、根据权利要求 15 的用于产生编码的视频序列的方法、根据权利要求 16 的用于对编码的视频序列进行解码的设备、根据权利要求 26 的用于对编码的视频序列进行解码的方法、根据权利要求 27 的计算机程序或者根据权利要求 28 的计算机可读介质来实现。

[0079] 本发明基于以下认识:不仅利用在缩放层中执行的运动步长预测,可实现比特率减小,在例如基本层的较低层到例如增强层的更高层的运动补偿预测之后,通过执行残留图像的中间缩放层预测,可实现具有恒定图像质量的进一步的比特率减小。

[0080] 可以发现,在相同的时间缩放层中,在运动补偿预测之后,优选地关于分辨率或关于信噪比而缩放的各个所考虑的其他缩放层的残留值在残留值之间也具有相关性。根据本发明,通过在编码器一侧上提供用于增强缩放层的中间层预测器,与解码器一侧的中间层组合器相对应,可有利地利用这些相关性。优选地,该中间层预测器自适应地设计用于针对每个宏块,决定是否值得进行中间层预测,或者该预测是否会导致比特率增加。在预测残留信号变得大于关于随后的熵编码器的增强层的原始运动补偿残留信号时,出现前一情况。然而,在多数情况下不会发生这种情况,因此激活中间层预测器并产生显著的比特率降低。

[0081] 此外,在本发明的优选实施例中,还执行增强层的运动数据的预测。因此,还示出了在例如关于 SNR 或分辨率的不同质量的缩放层中,不同缩放层中的运动场也彼此具有相关性,通过提供运动数据预测器,可将该相关性有利地用于根据本发明的比特率降低。在实现方式中,可以执行预测,其中,并不针对增强层来计算各个运动数据,而是在上采样之后,发送基本层的运动数据。然而,这会导致增强层中的运动补偿信号大于针对增强层来计算运动数据的情况。然而,当由于传输期间增强层所节约的运动数据而产生的节约大于由可能更大的残留值引起的比特率增加时,该缺点没有影响。

[0082] 然而,在实现方式中,可针对增强层来计算各个运动场,其中,将基本层的运动场并入计算或用作预测器,以便仅传输运动场的残留值。该实现方式具有以下优点:完全使用了两个缩放层的运动数据相关性,并且在运动数据预测之后,运动数据的残留值尽可能地小。然而,该概念的缺点在于必须传输附加的运动数据残留值。

[0083] 此外,在本发明的优选实施例中,使用 SNR 可缩放性。这意味着在基本层中利用比增强层更粗略的量化参数来执行量化。用粗量化器步长量化并再次重构的基本运动预测的残留值从而用作中间层预测器的预测信号。在理想的 SNR 可缩放性的情况下,在编码器侧计算所有缩放层的单个运动场就足够了。关于增强层的运动数据,这同样意味着不必传输其它增强运动数据,而是来自基本层的增强运动数据可完全用在编码器一侧,用于增强层的逆运动补偿。然而,当使用引入了量化参数的运动数据的计算时,不同的量化参数导致不同的运动场。

[0084] 如果使用空间可缩放性,这意味着基本缩放层具有比增强缩放层更粗略的空间分辨率,优选地对基本运动预测的残留值进行插值,这意味着从增强缩放层的较低分辨率进行转换,然后将其提供给中间层预测器。

[0085] 此外,优选地针对每个缩放层执行运动信息的各个计算。然而,在本发明的优选实施例中,运动数据预测用于数据率降低,数据率降低可包括完整地传输较低缩放层的运动数据(在缩放之后),或使用较低缩放层的上采样运动矢量来预测更高缩放层的运动矢量,然后仅传输比未预测运动数据需要更低数据率的运动数据残留值。在这种情况下,优选地自适应地设计中间层预测器和增强运动数据预测器。

[0086] 在本发明的优选实施例中,使用组合的可缩放性,其中,基本缩放层和增强缩放层的空间分辨率和表示所用量化器步长的所用量化参数均不同。在这种情况下,从由于拉格朗日优化而产生的基本缩放层的先前量化参数开始,计算基本层的量化参数、基本层的运动数据的失真和比特要求的组合。在运动步长预测之后获得的残留值和所用的基本运动数据然后用于预测更高缩放层的各个数据,其中,同样从更高缩放层的细缩放参数开始,计算运动数据、量化参数和失真、增强运动数据的比特要求的最佳组合。

附图说明

[0087] 现在参考附图来解释本发明的优选实施例,其中:

[0088] 图 1a 是本发明的编码器的优选实施例;

[0089] 图 1b 是图 1a 的基本图像编码器的细节表示;

[0090] 图 1c 是中间层预测标志的功能的讨论;

[0091] 图 1d 是运动数据标志的描述;

[0092] 图 1e 是图 1a 的增强运动补偿器的优选实施方式;

[0093] 图 1f 是图 2 的增强运动数据确定装置 1078 的优选实施方式;

[0094] 图 1g 是用于计算增强运动数据和如果需要则为了信号通知和残留数据传输而进行的增强运动数据处理的三个优选实施例的整体表示;

[0095] 图 2 是本发明解码器的优选实施例;

[0096] 图 3 是具有四极的解码器的方框图;

[0097] 图 4 是示出了时间子带滤波器组的提升分解的方框图;

[0098] 图 5a 是图 4 所示的提升方案的功能的表示;

[0099] 图 5b 是单向预测(hair 小波)和双向预测(5/3 变换)的两个优选提升规定的表示;

[0100] 图 5c 是用于任意选择要由提升方案处理的两个图像的具有运动步长和参考标记的预测和更新算子的优选实施例;

[0101] 图 5d 是可逐个宏块将原始图像信息插入高通图像的帧内模式的表示;

[0102] 图 6a 是用于信号通知宏块模式的示意表示;

[0103] 图 6b 是根据本发明优选实施例,用于以空间可缩放性来对运动数据进行上采样的示意表示;

[0104] 图 6c 是运动矢量差的数据流语法的示意表示;

[0105] 图 6d 是根据本发明优选实施例的残留值语法增强的示意表示;

- [0106] 图 7 是例如 8 个图像的图像组的时间移位整体视图；
- [0107] 图 8 是 16 个图像的图像组的低通图像的优选时间设置；
- [0108] 图 9 是根据针对宏块的标准 H. 264/AVC, 示出了编码器的基本编码器结构的整体框图；
- [0109] 图 10 是包括分别在当前语法单元 C 的左边和上边的两个相邻像素单元 A 和 B 的环境设置；以及
- [0110] 图 11 是图像分为片的划分的表示。

具体实施方式

[0111] 图 1a 示出了用于产生编码的视频序列的设备的优选实施例, 该视频序列具有基本缩放层和增强缩放层。具有 8、16 或任意数目图像的图像组的原始视频序列馈入输入 1000。在输出侧, 编码的视频序列包含基本缩放层 1002 和增强缩放层 1004。增强缩放层 1004 和基本缩放层 1002 可提供给比特流复用器, 该复用器在输出侧产生单个可缩放的比特流。然而, 取决于实施方式, 两个缩放层的分离传输也是可以的, 并且在一些情况下是有用的。图 1a 示出了用于产生基本缩放层和增强缩放层这两个缩放层的编码器。为了获得编码器, 如果需要, 则产生一个或多个其它增强层, 重复增强缩放层的功能, 其中, 总是由紧接的更低的增强缩放层给更高增强缩放层提供数据, 如图 1 所示, 由基本缩放层 1002 给增强缩放层 1004 提供数据。

[0112] 在详细参考诸如 SNR 可缩放性或空间可缩放性或者空间和 SNR 可缩放性的组合可缩放性之类的不同缩放类型之前, 首先来示出本发明的基本原理。首先, 编码器包括基本运动补偿器或基本运动估计器 1006, 用于计算基本运动数据, 基本运动数据表示宏块在当前图像中相对于基本运动补偿器 1006 在输入侧获得的图像组中另一图像怎样运动。已知用于计算运动数据的技术, 尤其是用于计算宏块的运动矢量的技术, 宏块是数字视频图像中的像素区域。优选地, 如在视频编码标准 H. 264/AVC 标准化一样, 使用运动补偿计算。因而, 考虑后一图像的宏块, 并确定宏块相对于前一图像怎样“运动”。该运动 (在 xy 方向) 由二维运动矢量表示, 该矢量是由块 1006 针对每个宏块计算的, 并经由运动数据线 1008 提供给基本图像编码器 1010。然后, 针对下一图像来计算宏块怎样从前一图像运动到下一图像。

[0113] 在一种实施方式中, 在某种程度上表示从第二到第三图像的运动的新的运动矢量可再次作为二位矢量来传输。然而, 为了效率的原因, 优选地仅传输运动矢量差, 运动矢量差表示宏块从第二到第三图像的运动矢量与宏块从第一到第二图像的运动矢量之间的差。可选地, 还可使用并不是参考紧接的先前图像而是参考其它先前图像的运动矢量差。

[0114] 然后将块 1006 所计算的运动数据提供给基本运动预测器 1012, 基本运动预测器 1012 设计用于使用运动数据和图像组来计算残差图像的基本序列。因此, 基本运动预测器执行运动补偿。在某种程度上, 分别由运动补偿器和运动估计器进行运动补偿。然后将残差图像的基本序列提供给基本图像编码器。基本图像编码器形成为在其输出处提供基本缩放层 1002。

[0115] 此外, 本发明的编码器包括增强运动补偿器或增强运动估计器 1014, 用于检测增强运动数据。将这些增强运动数据提供给增强运动预测器 1016, 增强运动预测器 1016 在输出侧产生残差图像的增强序列, 并将增强序列提供给下游的中间层预测器 1018。因此, 增强

运动预测器执行运动补偿,在某种程度上,分别由运动补偿器和运动估计器来进行运动补偿。

[0116] 中间层预测器形成为计算输出侧的增强预测残差图像。取决于实现方式,除了从块 1016 获得的数据,即残差图像的增强序列之外,中间层预测器还使用经由点状的旁路线 1020 由块 1012 提供的残差图像的基本序列。可选地,块 1018 还使用在块 1012 的输出处提供并由插值器 1022 插值的残差图像的插值序列。此外,可选地,中间层预测器还可在基本图像编码器 1010 的输出 1024 处提供残差图像的重构基本序列。从图 1a 可见,该残差图像的重构基本序列可以是插值 1022 的,或者未插值 1020 的。因此,通常,中间层预测器使用残差图像的基本序列来工作,其中,例如,通过块 1012 的输出处的残差图像的基本序列的重构或插值,来得到中间层预测器输入 1026 处的信息。

[0117] 在中间层预测器 1018 的下游是增强图像编码器 1028,增强图像编码器 1028 形成为对增强预测残差图像进行编码以获得编码的增强缩放层 1004。

[0118] 在本发明的优选实施例中,中间层预测器形成为从中间层预测器 1018 从增强运动预测器 1016 获得的各个信号中逐个宏块且逐个图像地减去在其输出 1026 处的信号。在该减法中获得的结果信号表示增强预测残差图像的图像的宏块。

[0119] 在本发明的优选实施例中,自适应地形成中间层预测器。对于每个宏块,提供中间层预测标志 1030,该标志 1030 表示中间层预测器必须执行预测,或者在另一状态下表示不必执行预测,但是要将增强运动预测器 1016 的输出处的相应宏块在没有预测的情况下提供给增强图像编码器 1028。该自适应的实现方式具有以下优点:中间层预测仅在有用时才执行,即在与未执行中间层预测、而直接对增强运动预测器 1016 的输出数据进行编码的情况相比预测残留信号导致较低输出图像速率的情况下才执行中间层预测。

[0120] 在空间可缩放性的情况下,抽取器 1032 设置在增强缩放层和基本缩放层之间,形成为将在其输入处的具有某种空间分辨率的视频序列转换为在其输出处的具有较低分辨率的视频序列。如果想要完全的 SNR 可缩放性,则意味着如果两个缩放层的基本图像编码器 1010 和 1028 分别利用不同的量化参数 1034 和 1036 进行操作,则不设置抽取器 1032。这在图 1a 中通过旁路线 1038 示意地示出了。

[0121] 此外,在空间可缩放性的情况下,必须设置插值器 1022。在完全的 SNR 可缩放性的情况下,不设置插值器 1022。而是,采用旁路线 1020,如图 1a 所示。

[0122] 在一个实施方式中,增强运动补偿器 1014 形成为完整地计算各个运动场,或者直接或在上采样器 1042 的上采样之后,使用基本运动补偿器 1006 所计算的运动场(旁路线 1040)。在空间可缩放性的情况下,必须设置上采样器 1042,将基本运动数据的运动矢量上采样到更高的分辨率,即缩放。如果增加分辨率是基本分辨率的高和宽的两倍,则增强层中的宏块(16×16 亮度采样)覆盖与基本层中的子宏块(8×8 亮度采样)相对应的图像区域。

[0123] 因此,为了能够使用增强缩放层的宏块的基本运动矢量,使基本运动矢量的 x 分量和 y 分量加倍,即以因子 2 进行缩放。这将参考图 6b 详细进行讨论。

[0124] 然而,如果只有 SNR 可缩放性,则对于所有缩放层而言运动场都是相同的。因此,仅必须计算一次,并可在低缩放层计算之后,由每个更高缩放层直接使用。

[0125] 对于中间层预测,也可使用基本运动预测 1012 的输出处的信号。可选地,可使用线 1024 上的重构信号。由开关 1044 来选择这两个信号中的哪一个用于预测。线 1024 上

的信号与块 1012 的输出处的信号的不同之处在于,该信号已经经过了量化。这意味着线 1024 上的信号与块 1012 的输出处的信号相比具有量化误差。对于中间层预测而选择性地使用线 1024 上的信号在单独使用 SNR 可缩放性或结合空间可缩放性使用 SNR 可缩放性时尤其有用,因为块 1018 处的输出信号包含由第一缩放层产生的量化误差,然后在输入 1036 处由增强图像编码器以典型的细量化器步长和改变的量化参数 2 进行量化,然后写入增强缩放层 1004,所以由基本图像编码器 1010 所产生的量化误差将“伴随”到更高缩放层。

[0126] 与中间层预测标志 1030 类似地,将运动数据标志 1048 馈入图像编码器,因此与此有关的相应信息包含在增强缩放层 1004 中,然后由解码器使用,下面将参考图 2 来进行讨论。

[0127] 如果使用理想空间可缩放性,可使用基本运动预测器 1012 的输出信号,即残差图像的基本序列,代替基本残差图像的重构序列。

[0128] 基于实现方式,可手动地或基于预测效益函数 (prediction benefit function) 来进行该开关的控制。

[0129] 这里,应该注意,优选地,自适应地设计所有预测,即运动预测、增强运动数据预测和中间层残留值预测。这意味着例如对于残差图像的基本序列的图像中的每个宏块或子宏块,并不一定要有运动数据预测残留值。因此,尽管被称为“残差图像”,残差图像的基本序列的图像还可分别包含未预测的宏块和子宏块。当图像中出现新的对象时会发生这种情况。这里,由于预测残留信号变得大于图像中的原始信号,所以运动补偿预测无用。在这种情况下,在块 1016 中的增强运动预测中,将停用针对该块(例如宏块或子宏块)的预测算子和最终的更新算子。

[0130] 此外,为了清楚,提到了残差图像的基本序列,但是也许仅仅残差图像的基本序列的单个残差图像具有单个实际上包括运动预测残留信号的块。然而,在典型的应用中,每个残差图像实际上包含大量具有运动预测残留信号的块。

[0131] 在本发明中,这同样应用于残差图像的增强序列。因而,增强层的情况与基本层的情况类似。因此,在本发明中,残差图像的增强序列是图像序列,其中,在极限情况下,仅仅单个“残差图像”的单个块具有运动预测残留值,而在该图像的所有其它块以及所有其它“残差图像”中,由于对于所有这些图像/块,已经停用了运动补偿预测、如果不必要的话还有运动补偿更新,所以实际上不存在残留误差。

[0132] 根据本发明,这同样适用于计算增强预测残差图像的中间层预测器。典型地,增强预测残差图像出现在序列中。然而,优选地,自适应地形成中间层预测器。例如,如果发现从基本层到增强层的基本层的残留数据预测仅对于单个“残差图像”的单个块有用,而对于该图像的所有其它块、甚至对于增强预测残差图像的序列的其它图像,停用中间层残留数据预测,则在本发明上下文中,为了清楚,将该序列称为增强预测残差图像。在这点上,应该注意,当在基本层中的残差图像的相应块中,已经计算了运动补偿残留值,并且对于与该块相对应的块(例如在相同的 x、y 位置),在增强序列的残差图像中已经执行了运动补偿预测时,中间层预测器可仅预测残留数据,因此,在该块中,由于运动补偿预测,在增强层中存在残差。仅在所考虑的两个块中均存在实际的运动补偿预测残留值时,中间层预测器才优选地变为活动的,来使用基本层的图像中的残差值的块作为增强层的图像中的残差值的块的预测器,然后仅向增强图像编码器发送该预测的残留值,即,所考虑的图像的该块中的增

强预测残差数据。

[0133] 下面,参考图 1b 来分别讨论基本图像编码器 100 或增强图像编码器 1028 和任意图像编码器的详细视图。在输入侧,图像编码器接收残差图像组并逐个宏块地将其提供给变换器 1050。然后在块 1052 中对变换的宏块进行缩放,并使用量化参数 1034、1036、... 来量化。在块 1052 的输出处,输出所用的量化参数,即宏块的所用量化器步长以及宏块的频谱值的量化指标。然后将该信息提供给图 1b 中未示出的熵编码器级,熵编码器级包括 Huffman 编码器或优选地包括运算编码器,其根据 H. 264/AVC,利用已知的 CABAC 概念来工作。还将装置 1052 的输出信号提供给块 1054,块 1054 执行逆缩放和重新量化,以将量化指标和量化参数再次转换为数字值,然后将数字值提供给块 1056 的逆变换,以获得重构的残差图像组,现在,与原始的残差图像组相比,在变换块 1050 的输入处存在量化误差,量化误差取决于量化参数和量化器步长。取决于开关 1044 的控制,将一个信号或另一个信号提供给插值器 1022 或中间层预测器 1018,以便执行本发明的残留值预测。

[0134] 图 1c 示出了中间层预测器标志 1030 的简单实现方式。如果中间层预测标志置位,则激活中间层预测器 1018。然而,如果该标志未置位,则停用中间层预测器,从而针对该宏块或从属于该宏块的子宏块来执行同时的操作。原因也许是预测的编码器增益实际上是编码器损耗,这意味着在块 1016 的输出处的相应宏块的传输在随后的熵编码中提供了比使用预测残留值更好的编码器增益。

[0135] 图 1d 示出了运动数据标志 1048 的简单实现方式。如果标志置位,则从基本层的上采样运动数据中得到增强层的运动数据。在 SNR 可缩放性的情况下,不需要上采样器 1042。这里,当标志 1048 置位时,可直接从基本运动数据中得到增强层的运动数据。应该注意,该运动数据“得到”可以是直接接收运动数据或实际预测,其中,块 1014 从块 1014 所计算机的增强缩放层的相应运动矢量中减去从基本层获得的运动矢量,以便获得运动数据预测值。经由图 1a 所示的输出,将增强层的运动数据(如果未执行任何预测)或预测的残留值(如果执行了实际的预测)提供给增强图像编码器 1028,因此它们最终将包含在增强缩放层比特流 1004 中。然而,如果执行从缩放了或未缩放的基本缩放层完全接收运动数据,则不必将增强运动数据写入增强缩放层比特流 1004。在增强缩放层比特流中用运动数据标志 1048 来通知该事实就足够了。

[0136] 图 2 示出了用于对编码的视频序列进行解码的设备,该序列包括基本缩放层 1002 和增强缩放层 1004。增强缩放层 1004 和基本缩放层 1002 可来源于比特流解复用器,该解复用器对具有相应的缩放层的可缩放比特流进行解复用,从共同的比特流中提取基本缩放层 1002 和增强缩放层 1004。将基本缩放层 1002 提供给基本图像解码器 1060,基本图像解码器 1060 形成为对基本缩放层进行解码,以获得解码的残差图像的基本序列和基本运动数据,并将其提供给输出线 1062。然后将线 1062 处的输出信号提供给基本运动组合器 1064,基本运动组合器 1064 抵消在块 1012 中的编码器中引入的基本运动预测器,在输出侧输出解码的第一缩放层的图像。此外,本发明的解码器包括增强图像解码器 1066,用于对增强缩放层 1004 进行解码,以在输出线 1068 处获得增强预测残差图像。此外,输出线 1068 包括运动数据信息,例如运动数据标志 1070,如果实际上在增强缩放层 1004 中存在增强运动数据或增强运动数据残留值,则还包括这些增强运算数据。现在,线 1062 上的解码的基本序列由插值器 1070 进行插值,或者不变地(线 1072)提供给中间层组合器 1074,以便抵消由

图 1a 的中间层预测器 1018 所执行的中间层预测。因此,中间层组合器形成为组合增强预测残差图像和插值了的 (1070) 或未插值的 (1072) 与线 1062 上的解码的基本序列有关的信息,以获得残差图像的增强序列,最终将该序列提供给增强运动组合器 1076,与基本运动组合器 1064 相同,增强运动组合器 1076 抵消在增强层中执行的运动补偿。增强运动组合器 1076 与运动数据确定装置 1078 相连,提供用于块 1076 中的运动组合的运动数据。运动数据实际上可以是增强图像解码器在输出 1068 处提供的增强层的完整增强运动数据。可选地,增强运动数据还可以是运动数据残留值。在两种情况下,经由增强运动数据线 1080,将相应数据提供给运动数据确定装置 1078。然而,如果运动数据标志 1070 用信号通知对于增强层未传输增强运动数据,则取决于直接的 (1084) 或由上采样器 1086 的上采样之后的所用可缩放性,从基本层中获取所需运动数据。

[0137] 此外,在块内的中间层预测的情况下,即没有运动数据残留值的情况下,在解码器一侧提供增强运动组合器 1076 与基本运动组合器 1064 之间的相应连接,取决于空间可缩放性,该连接具有插值器 1090,或在仅使用 SNR 可缩放性时,该连接具有旁路线。在两层之间的可选块内预测的情况下,仅将预测残留信号发送到该宏块内的增强层,这由比特流中的相应信号化信息表示。在这种情况下,除了下面所述的功能之外,增强运动组合器还执行该宏块的累加,即执行宏块残留值与来自较低缩放层的宏块值之间的组合,并将所组合的宏块提供给实际的逆运动补偿处理。

[0138] 下面,参考图 3 至 5d,分别来解释基本运动预测器 1012 或增强运动预测器 1016 的优选实施例,即增强运动组合器 1076 或基本运动补偿器 1064。

[0139] 基本上,可使用任何运动补偿预测算法,这意味着也包括图 9 的 92 处所示的运动补偿算法。因此,传统的运动补偿算法也遵从图 1 所示的系统,然而,其中,停用图 4 以附图标记 45 所示的更新算子 U。这导致将图像组分别转换为原始图像、和残留图像以及预测残留信号或者基于其的残差信号。然而,如果在以已知运动补偿方案实现了如图 4 所示的更新算子有效且被计算的增强,如图 5a 至 5d 所示,则正常的运动补偿预测计算变为所谓的 MCTF 处理,该处理还被称为运动补偿时间滤波。这里,由于原始图像与由更新算子加权的预测残留信号组合,所以传统运动补偿的正常图像和中间图像通过更新运算分别变为低通图像。

[0140] 如已经参考图 1a 和 2 所述的,在本发明的优选实施例中,针对每个缩放层来执行 MCTF 处理,其中,优选地按照参考图 3 至 5a 以及 7 至 8 所述的方式来执行 MCTF 处理。

[0141] 下面,参考图 4 以及随后的图 5a-5 来描述运动补偿滤波器的优选地实施例。如已经解释的,运动补偿时间滤波器 (MCTF) 由常见提升方案组成,该方案包括三步,即多相分解、预测和更新。图 4 示出了相应的分析 / 合成滤波器组结构。在分析一侧,通过对预测残留值使用预测算子 P 和高通信号 H,将给定信号的奇数采样滤除偶数采样的线性组合。通过使用更新算子,将预测残留值 h 的线性组合与输入信号 s 的偶数采样相加,来形成相应的低通信号 l。图 5a 示出了图 4 所示的变量 h 和 l 的等式关系以及算子 P 和 U 的基本实施例。

[0142] 由于可完全逆转预测步骤和更新步骤,所以可将相应的变换当作严格采样的理想重构滤波器组。合成滤波器组包括预测算子和更新算子以与求和过程相反的符号、按照相反的顺序的应用,其中,使用偶数和奇数多相分量。对于高通 / 低通分量的归一化,使用相应的缩放因子 F_1 和 F_h 。不一定要使用这些缩放因子,但是在编码期间选择了量化器步长时

可使用这些缩放因子。

[0143] $f[x, k]$ 示出了空间坐标 $x = (x, y)^T$ 的视频信号, 其中, k 是时间坐标。如图 5b 的左手边所示, 给出了使用 hair 小波的提升表征的时间分解的预测算子 P 和更新算子 U 。对于 5/3 变换, 相应的算子如图 5b 的右手边所示。通过如图 5c 所示修改预测算子和更新算子, 获得对运动补偿时间滤波的增强。具体地, 参见参考指标 $r > 0$, 其允许一般的图像自适应运动补偿滤波。通过这些参考指标, 可确保在图 4 所示的场景中, 不仅两个时间紧随的图像被分解为高通图像和低通图像, 而且可利用序列的第三图像, 按照运动补偿的方式对第一图像进行滤波。可选地, 参考指标的适当选择使得可将序列的同一个图像用作运动矢量的基准。这意味着参考指标允许在八个图像的序列中, 所有运动矢量与序列的第四个图像相关联, 从而通过图 4 中的滤波方案, 通过处理这八个图像, 最终获得单个低通图像, 并且产生七个高通图像 (增强图像), 并且在一个增强图像与每个运动矢量相关联的情况下, 所有运动矢量与原始序列的同一个图像相关联。

[0144] 因此, 如果将序列的同一个图像用作对多个其它图像进行滤波的基准, 则这导致时间分辨率缩放并不遵循因子 2, 这对于某些应用是有利的。总是将同一个图像, 即八个图像的序列的第四个图像馈入图 4 的分析滤波器组的下分支。低通图像在每次滤波中都是相同的, 即最终产生图像序列的所希望的单个低通图像。当更新参数为零时, 基本图像仅仅是“通过”下分支。与之相比较, 高通图像总是取决于原始序列的相应另一个图像和预测算子, 其中, 在预测中使用与该输入图像相关联的运动矢量。因此, 在这种情况下, 最终获得的低通图像与原始图像序列的某个图像相关联, 并且每个高通图像与原始序列的图像相关联, 其中, 原始图像与序列的所选基本图像 (馈入图 4 的分析滤波器组的下分支的图像) 的偏差对应于序列 (运动补偿)。当每个更新参数 M_{01}, M_{11}, M_{21} 和 M_{31} 等于零时, 这导致馈入第四级的下分支 73 的图像仅仅是“通向”底部。以某种方式, 将低通图像 TP1 “重复地”馈入滤波器组, 而由参考指标控制的其它图像一个接一个地引入图 3 的输入 64。

[0145] 从上述等式可见, 运动补偿滤波的预测和更新算子分别提供两个不同小波的不同预测。当使用 hair 小波时, 实现了单向运动补偿预测。然而, 如果使用 5/3 样条小波, 则两个算子规定了双向运动补偿预测。

[0146] 由于与单向预测相比, 双向补偿预测通常减少预测残留值的能量, 但是增加运动矢量速率, 所以希望在单项和双向预测之间动态地切换, 这意味着可根据基于图像的控制信号, 在 hair 小波的提升表征和 5/3 样条小波之间切换。针对时间滤波并不使用闭合反馈回路的本发明概念可容易地逐个宏块地在两个小波之间切换, 从而支持灵活性和数据流节约, 这可最优地以信号自适应方式执行。

[0147] 为了表示运动场或通常的预测数据场 M_p 和 M_u , 理想地, 可使用 H. 264/AVC 中已有的 B 片的语法。

[0148] 通过级联配对的图像分解级, 获得二值树结构, 其将 2^n 个图像的组分为 2^{n-1} 个残留图像和单个低通 (或中间) 图像, 如图 7 针对八个图像的组所示的。具体地, 图 7 示出了在第一级滤波器的输出 22 处的第一级高通图像 HP1 以及在第一级滤波器的输出 24 处的第一级低通图像。图 7 还示出了从第二级获得的在第二级滤波器的输出 16 处的两个低通图像 TP2 以及高通图像, 作为第二级图像。第三级低通图像被提供给第三级滤波器的输出 76, 而第三级高通图像以已处理的形式被提供给输出 75。八个图像的组最初可包括八个视频图

像,其中使用图3的解码器而不使用第四滤波器级。然而,如果八个图像的组是八个低通图像的组,如在第四级滤波器的输出73处所用的,则可将本发明的MCTF分解分别用作基本运动预测器、增强运动预测器,并用作基本运动组合器或增强运动组合器。

[0149] 因此,通常,在分解 2^n 个图像的组中,传输 (2^{n+2}) 个运动场描述、 (2^{n-1}) 残留图像以及单个低通(或中间)图像。

[0150] 优选地,分别通过基本控制参数和增强控制参数来控制基本运动补偿器和增强运动补偿器,来计算量化参数(1034或1036)和运动信息的最佳组合,该组合基于某一速率是固定的。根据以下方法来执行计算以获得关于某一最大比特率的最佳比。因此,可以发现,对于较低的比特率,即相对粗略的量化参数,运动矢量比采用相对精细的量化参数的更高缩放层更加重要。因此,对于粗量化因而低比特率的情况,计算比更高缩放层少的运动数据。因此,优选地,在更高缩放层中,变为子宏块模式来计算大量运动数据,以用于高比特率的良好质量和最佳情况,而不是较低比特率,其中,运动数据关于残留数据的重要性比更高缩放层的情况成比例地增加。这将在下面加以讨论。

[0151] 给定图像A和B,它们是原始图像或表示在先前的分析级中产生的低通信号的图像。此外,提供亮度采样 $a[]$ 和 $b[]$ 的相应阵列。如下逐个宏块地估计运动描述 M_{i0} :

[0152] 对于图像B中所有可能的宏块和宏块 i 的子宏块划分,通过使拉格朗日函数

$$[0153] \quad \mathbf{m}_i = \arg \min_{\mathbf{m} \in S} \{ D_{SAD}(i, \mathbf{m}) + \lambda \cdot R(i, \mathbf{m}) \}$$

[0154] 最小化,来确定有关的运动矢量

$$[0155] \quad \mathbf{m}_i = [m_x, m_y]^T$$

[0156] 其中,退化项给出如下:

$$[0157] \quad D_{SAD}(i, \mathbf{m}) = \sum_{(x,y) \in P} |b[x, y] - a[x - m_x, y - m_y]|$$

[0158] 这里,S规定了参考图像A内的运动矢量搜索区域。P是由所考虑的宏块划分或子宏块划分覆盖的区域。R(i, \mathbf{m})规定了传输运动矢量 \mathbf{m} 的所有分量所需的比特数,其中, λ 是固定的拉格朗日乘子。

[0159] 首先,运动搜索在给定搜索区域S中的所有整数采样的精确运动矢量上进行。然后,通过使用最佳的整数运动矢量,来测试八个环绕二分之一采样的精确运动矢量。最后,通过使用最佳二分之一采样的精确运动矢量,来测试八个环绕四分之一采样的精确运动矢量。对于二分之一和四分之一精确运动矢量改进,以下项

$$[0160] \quad a[x - m_x, y - m_y]$$

[0161] 被解释为插值算子。

[0162] 通常,宏块模式和子宏块模式的模式判决遵循相同的方法。从给定的一组可能的宏块或子宏块模式 S_{mode} 中选择使以下拉格朗日函数最小化的模式 p_i :

$$[0163] \quad p_i = \arg \min_{p \in S_{mode}} \{ D_{SAD}(i, p) + \lambda \cdot R(i, p) \}$$

[0164] 衰减项给出如下:

$$[0165] \quad D_{SAD}(i, p) = \sum_{(x,y) \in P} |b[x, y] - a[x - m_x[p, x, y], y - m_y[p, x, y]]|$$

[0166] 其中,P规定了宏块或子宏块区域, $\mathbf{m}[p, x, y]$ 是与宏块或子宏块模式 p 以及划分或子宏块划分相关联的运动矢量,包括亮度位置 (x, y) 。

[0167] 速率项表示比特数,与编码器模式 p 的选择相关联。对于运动补偿编码器模式,其还分别包括宏块模式(如果适用)、子宏块模式(如果适用)以及运动矢量。对于帧内模式,其还包括宏块模式的比特和量化的亮度和色度变换系数水平的阵列。

[0168] 所述一组可能的子宏块模式由下式给出:

[0169] $\{P_{8 \times 8}, P_{8 \times 4}, P_{4 \times 8}, P_{4 \times 4}\}$ 。

[0170] 所述一组可能的宏块模式由下式给出:

[0171] $\{P_{16 \times 16}, P_{16 \times 8}, P_{8 \times 16}, P_{8 \times 8}, \text{INTRA}\}$,

[0172] 其中,仅在估计用于预测步骤的运动场描述 M_{i0} 时才使用 INTRA(帧内)模式。

[0173] 根据以下等式,基于要估计运动场的分解级的高通图像的基本层量化参数来设置拉格朗日乘子 λ :

[0174] $\lambda = 0.33 \cdot 2^{\hat{QP}_{\text{Hi}}/3-4}$

[0175] 根据本发明,使用图 8 所示的分解方案,假设能够在时间可缩放性和编码器效率之间做出明智的折衷。将原始图像序列当作输入图像序列 A、B、A、B、A、B、...、A、B。因此,该方案提供了具有最佳时间可缩放性的一级(低通图像之间具有相等距离)。将用作所有后继分解级的输入信号的低通图像序列当作输入图像序列 B、A、A、B、B、A、...、A、B,从而被分解的低通图像之间的间距在后继的两个通道分析方案中保持较小,如从图 8 可见。

[0176] 接下来,关于图 6a 至 6d,参考运动数据中间层预测和残留数据中间层预测的优选实施方式。为了分别获得空间和 SNR 可缩放性,基本上,将较低的缩放层的运动数据和纹理数据用于预测更高的缩放层。这里,具体地,在空间可缩放性方面,在运动数据可用于预测空间增强层的解码之前,需要对运动数据进行上采样。通过使用 AVC 的已有 B 片语法来传输基本层表征的运动预测数据。优选地,在对增强层的运动场的编码中引入两个附加宏块模式。

[0177] 第一宏块模式是“base_layer_mode”,第二模式是“qpel_refinement_mode”。为了用信号表示这两个附加宏块模式,如图 1 所示,将两个标志 BLFlag 和 QrefFlag 添加到宏块层语法中,在语法元素 mb_mode 之前。因此,第一标志 BLFlag1098 用信号表示基本层模式,而另一个标志 1100 用符号表示 qpel 精细模式。如果这种标志置位,则其值为 1,并且数据流如图 6a 所示。因此,如果标志 1098 值为 1,则标志 1100 和语法元素宏块模式 1102 不再重要。然而,如果标志 1098 值为零,则其未置位,并且使用标志 1100。然而,如果标志 1098 和 1100 的值均为零,则意味着两者都未置位,将在语法元素 1102 中估计宏块模式。

[0178] 当 BLFlag = 1 时,使用基本层模式,对于相应宏块则不再使用其它信息。该宏块模式表示包括基本层的相应宏块的宏块划分的运动预测信息直接用于增强层。应该注意,在这里且在整个说明书中,术语“基本层”用于表示关于当前所考虑的层(即增强层)的相邻下一层。当基本层表示具有二分之一空间分辨率的层时,如图 6b 所示,相应地缩放运动矢量场(即包括宏块划分的运动矢量场)。在这种情况下,当前宏块包括与 8×8 子宏块的基本层运动场相同的区域。因此,如果以直接的 16×16 、 16×8 或 8×16 模式来编码相应的基本层宏块,或者以 8×8 模式或直接的 8×8 模式来编码相应基板层子宏块,则将 16×16 模式用于当前宏块。另一方面,如果以 8×4 、 4×8 或 4×4 模式编码基本层子宏块,则当前宏块的宏块模式是 16×8 、 8×16 或 8×8 (所有子宏块模式是 8×8)。当基本层宏块表示 INTRA 宏块时,将当前宏块设置为 INTRA_BASE,这表示当前宏块时从基本层预测的宏块。对于当

前宏块的宏块划分,将相同的参考指标用于基本层块的相应宏块/子宏块划分。将有关的运动矢量乘以因子 2。该因子适用于图 6b 所示的情况,其中基本层 1102 包括增强层 1104 的区域和像素数的二分之一。如果基本层的空间分辨率与增强层的空间分辨率之比不等于 1/2,则将相应的缩放因子用于运动矢量。

[0179] 然而,如果标志 1098 等于零且标志 1100 等于 1,则用信号表示宏块模式 `qpel_refinement_mode`。标志 1100 优选地仅在基本层表示具有二分之一的当前层的空间分辨率的层时才出现。否则,宏块模式 (`qpel_refinement_mode`) 并未包含在所述一组可能的宏块模式中。该宏块模式与基本层模式类似。与基本层模式一样,导出宏块划分以及参考指标和运动矢量。然而,对于每个运动矢量,对于每个运动矢量分量,存在附加的四分之一采样运动矢量改进 -1.0 或 $+1$,还附加地将其传输且添加到导出的运动矢量。

[0180] 当标志 1098 等于零且标志 1100 等于零时,或者当标志 1100 不存在时,照常规定宏块模式以及相应参考指标和运动矢量差。这表示按照与基本层相同的方式对增强层传输完整的一组运动数据。然而,根据本发明,可能将基本层运动矢量用作当前增强层运动矢量的预测器(代替空间运动矢量预测器)。因此,列表 X(其中 X 在 0 和 1 之间)拥有规定所考虑的运动矢量的参考指标列表。如果所有以下条件均为真,则如图 6c 所示,针对每个运动矢量差,传输标志 `MvPrdFlag` :

[0181] - 未以 INTRA 宏块模式来编码包括当前宏块/子宏块划分的基本层宏块;

[0182] - 覆盖当前宏块/子宏块划分的左上采样的基本层宏块/子宏块划分使用列表 X 或双向预测;

[0183] - 包括当前宏块/子宏块划分的左上采样的基本层宏块/子宏块划分的列表 X 参考指标等于当前宏块/子宏块划分的列表 X 参考指标。

[0184] 如果图 6c 的标志 1106 不存在,或者如果该标志 1106 等于零,则按照标准 AVC 的情况来规定空间运动矢量预测器。否则,当标志 1106 存在且等于 1 时,将相应的基本层矢量用作运动矢量预测器。在这种情况下,通过向基本层宏块/子宏块划分的可能缩放的列表 X 运动矢量添加所传输的列表 X 运动矢量差,来获得当前宏块/子宏块划分的列表 X 运动矢量(其中 $X = 0$ 或 1)。

[0185] 因此,标志 1098、1100 和 1106 共同表示可能实现图 1a 大致示出的运动数据标志 1048 以及运动数据控制信号 1048。当然,可使用不同的其它可能的信号标志,其中使用发送机和接收机之间的固定协议,这可以减少用信号表示的信息。

[0186] 总之,关于图 1e、1f 和 1g,详细示出了图 1a 的增强运动补偿器 1014 和图 2 的增强运动数据确定装置 1078 的详细实施方式。

[0187] 参考图 1e,可见,增强运动补偿器 1014 基本上必须进行两件事。因此,首先它必须计算增强运动数据,典型地即整个运动矢量,并将其提供给增强运动预测器 1016,以使增强运动预测器 1016 可使用未编码形式的这些矢量来获得残差图像的增强序列,在现有技术中,典型地逐个块自适应地获得残差图像的增强序列。然而,另一件事是增强运动数据处理,即尽可能地压缩用于运动补偿预测的运动数据,并写入比特流。为了写入比特流,如图 1e 所示,必须使各个数据进入增强图像编码器 1028。因此,增强运动数据处理装置 1014b 具有关于基本层尽可能地减少增强运动数据计算装置 1014a 所确定的增强运动数据中包含的冗余的功能。

[0188] 根据本发明,基本运动数据或上采样的基本运动数据可由增强运动数据计算装置 1014a 用来计算实际要使用的增强运动数据,或者还可仅用于增强运动数据处理,即增强运动数据压缩,而它们对于计算增强运动数据不重要。图 1g 的 1.) 和 2.) 两种可能示出了基本运动数据和上采样的基本运动数据已经用于增强运动数据的实施例,而图 1b 的实施例 3.) 示出了与基本运动数据有关的信息未用于计算增强运动数据而仅用于分别对残留数据进行编码和捕获的情况。

[0189] 图 1f 示出了增强运动数据确定装置 1078 的编码器一侧的实施方式,具有用于逐个块进行控制的控制模块 1078a,包含分别来自比特流和来自增强图像编码器 1066 的信号表示信息。此外,增强运动数据确定装置 1078 包括增强运动数据重构装置 1078b,用于仅通过使用解码的基本运动数据或解码的上采样基本运动数据,或通过组合与解码的基本运动数据有关且来自增强运动解码器 1066 从增强缩放层 1104 中提取出的残留数据的信息,实际确定增强运动数据场的运动矢量,然后运动矢量可由增强运动组合器 1076 使用,组合器 1076 可形成为常用组合器,用于逆转编码器一侧的运动补偿预测。

[0190] 接下来,参考图 1g 所示的不同实施例。如图 6a 已经示出的,BLFlag1098 表示增强运动预测的上采样的基本运动数据的完整接收。在这种情况下,装置 1014a 形成为完整地接收基本运动数据,并且在不同层有不同分辨率的情况下,接收放大形式的运动数据,并将其发送到装置 1016。然而,不向增强图像编码器发送任何与运动场或运动矢量有关的信息。而是,针对每个块(宏块或者子宏块),发送各个标志 1098。

[0191] 在解码器一侧,这意味着图 1f 的装置 178a 对一个块的标志 1098 进行解码,如果标志 1098 是有效的,则使用来自基本层的解码的基本运动数据或解码的上采样基本运动数据来计算增强运动数据,然后将其提供给块 1076。在这种情况下,装置 1078 不需要运动矢量残留数据。

[0192] 在由标志 QrefFlag 1100 表示的本发明第二实施例中,将基本运动矢量并入装置 1014a 所执行的增强运动数据计算中。如图 1g 中部分 2.) 所示,并且如上所述,分别通过搜索以下项的最小值来执行运动数据计算和运动矢量 m 的计算:

[0193] $(D + \lambda R)$ 。

[0194] 将当前图像的块 B 与移位了特定位置运动矢量的先前和 / 或后继图像的块之间的差引入失真项 D 。将图 1a 中由 1036 表示的增强图像编码器的量化参数引入因子 λ 。项 R 提供了与用于对位置运动矢量进行编码的比特数有关的信息。

[0195] 通常,在不同位置运动矢量中进行搜索,其中,针对每个新的运动矢量来计算失真项 D ,并计算速率项 R ,并考虑优选地为固定的但是也可改变的增强量化参数 1036。针对不同位置运动矢量来估计所述求和项,从而使用提供最小求和结果的运动矢量。

[0196] 现在,根据本发明,还将来自基本层的相应块的基本运动矢量并入该迭代搜索中。如果满足搜索标准,则仅需要传输标志 1100,而不必传输该块的残留值或任意其它信息。因此,当基本运动矢量满足块的标准(最小的先前项),则装置 1041a 使用基本运动矢量来将其传输到装置 1016。然而,仅将标志 1100 传输到增强图像编码器。

[0197] 在解码器一侧,由于增强图像解码器不必传输残留数据,所以这意味着装置 1078a 在根据基本运动数据而解码标志 1100 以确定该块的运动矢量时控制装置 1078b。

[0198] 在第二实施例的变体中,不仅将基本运动矢量,而且将从基本运动矢量中导出并

(稍有)改变的多个基本运动矢量并入搜索中。取决于实现方式,运动矢量的任意分量可独立地增加或减少一个量,或保持相同。该量可表示运动矢量的特定粒度,例如分辨率步长、二分之一分辨率步长或四分之一分辨率步长。如果这种改变的基本运动矢量满足搜索标准,则附加地将改变量(所述量),即 +1、0 或 -1 传输到标志 1100。

[0199] 由标志 1100 激活,解码器然后在数据流中搜索该量,并恢复基本运动矢量或上采样的基本运动矢量,并在块 1078b 中将该量与相应的基本运动矢量组合,以获得增强层中的相应块的运动矢量。

[0200] 在由标志 1107 表示的第三实施例中,基本上可随意地执行运动矢量的确定。关于完整的灵活性,装置 1014a 可例如根据在第二实施例中提到的最小化目标,确定增强运动数据。然后,将所确定的运动矢量用于编码器一侧的运动补偿预测,而不考虑来自基本层的信息。然而,在这种情况下,增强运动数据处理 1014a 形成为在实际运算编码之前将基本运动矢量并入运动矢量处理以降低冗余。

[0201] 因此,根据标准 H. 264/AVC,执行运动矢量差的传输,其中确定图像内的相邻块之间的差。在实现中,该差可形成在不同的相邻块之间,用以选择最小的差。现在,根据本发明,将图像中相应块的基本运动矢量并入针对运动矢量差的最佳预测器的搜索中。如果满足提供最小残差值作为预测器的标准,则这由标志 1106 进行标志,并仅将残差值传输到块 1028。如果基本运动矢量不满足该标准,则不对标志 1016 进行置位,并执行空间运动矢量差计算。

[0202] 然而,对于更简单的编码器实现,代替迭代搜索,总是针对块自适应地确定基本运动矢量,并将其上采样版本用作预测器。

[0203] 根据本发明,还执行残留数据的中间层预测。下面将对此进行讨论。当运动信息在层之间改变时,根据基本层来预测残留信息以及(在 MCTF 分解的情况下)增强层的高通信息是有利或不利的。当当前层的块的运动矢量与相应基本层的运动矢量类似,并且逐个宏块地与相应基本层的相应运动矢量类似时,在编码的基本层残留信息(高通信号)用于预测增强残留信号(增强高通信号)时编码器的效率有可能增加,因此仅对增强残留信号和基本层重构(图 1a 的线 1024)之间的差进行编码。然而,当运动矢量不类似时,对残留信号的预测不太可能提高编码器效率。因此,将自适应方法用于预测残留信号和高通信号。可根据差信号,通过对受益的实际计算,或者根据对宏块的基本缩放层的运动矢量与增强缩放层中相应宏块的运动矢量之差的估计,来执行该自适应方法,即中间层预测器是否有效。如果该差小于特定阈值,则经由控制线 130 来激活中间层预测器。然而,如果该差高于特定阈值,则使针对该块的中间层预测器去激活(deactivated)。

[0204] 传输标志 ResPrdFlag1108。当标志 1108 等于 1 时,将基本层的重构的残留信号用于预测增强层的当前宏块的残留信号,其中,仅对增强层的当前残留信号与其基本层的重构之间的差的近似进行编码。否则,标志 1108 不存在或等于零。这时,对增强层中当前宏块的残留信号进行编码,而不根据基本层来预测。

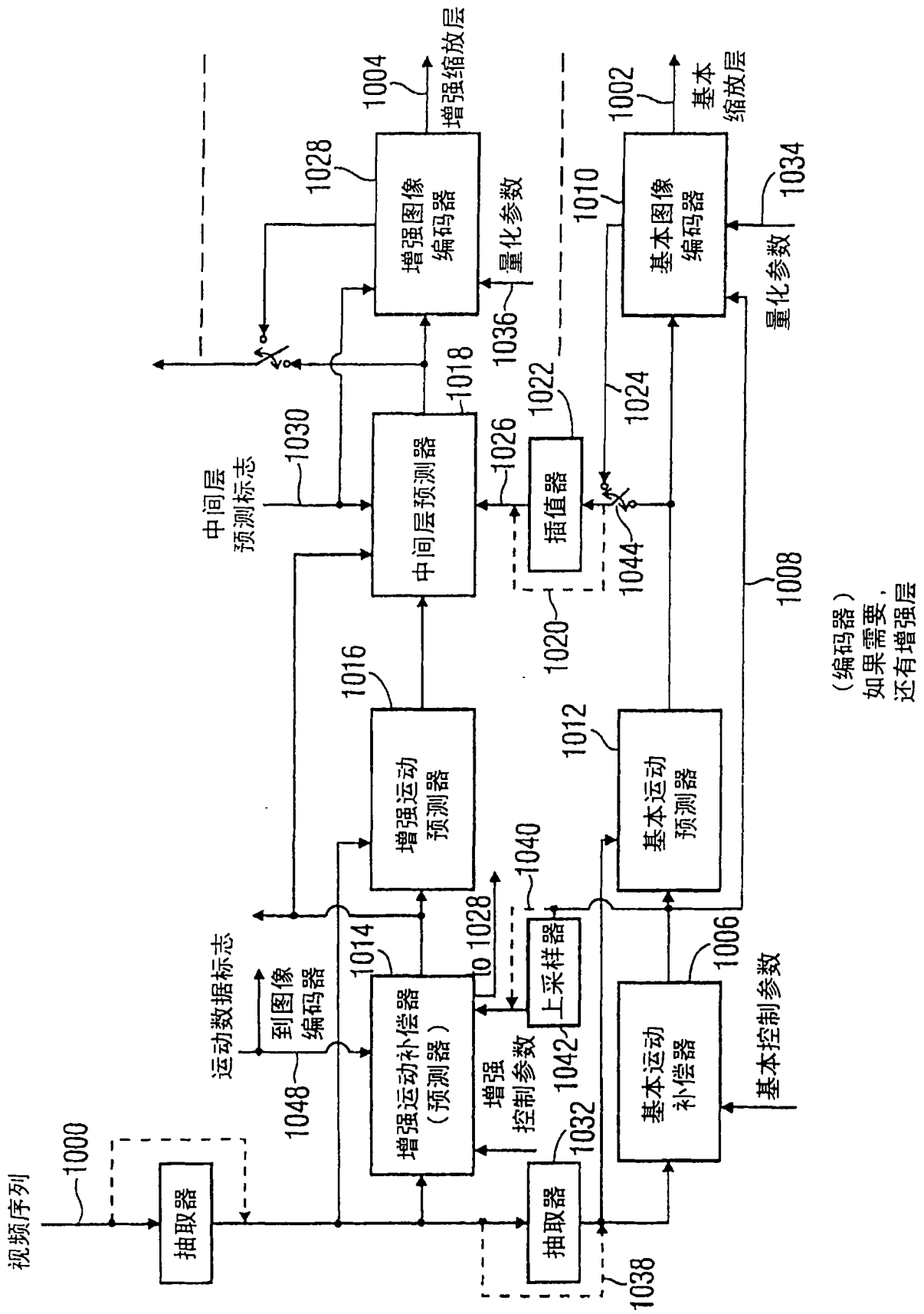
[0205] 当基本层表示具有二分之一的增强层的空间分辨率的层时,在将基本层的上采样的残留信号用作预测信号之前,通过使用插值滤波器来对残留信号进行上采样。该滤波器是具有六个抽头的插值滤波器,用于对由于较低分辨率而在基本层中不存在的增强层的较高空间分辨率的值进行插值,周围的值用于获得尽可能好的插值结果。

[0206] 然而,如果对变换块的边缘处的值进行插值,并且插值滤波器将仅使用另一变换块的值来进行插值,则优选地并不这么做,而是对所考虑块之外的插值滤波器的值进行合成,以进行伪像尽可能小的插值。

[0207] 根据所谓核心试验 (core experiment),发现运动和残留值的中间层预测显著地提高了基于 AVC 的 MCTF 方法的编码器效率。对于特定的测试点,获得了大于 1dB 的 PSNR 增益。尤其是对于每个空间分辨率 (除了基本层) 有非常低的比特率,可清楚地看到重构质量的提高。

[0208] 取决于情况,本发明的方法可以硬件或软件来实现。可在数字存储介质中执行该实现,具体地在具有电可读控制信号的盘或 CD 中实现,该数字存储介质可与可编程计算机系统协作来执行该方法。因此,通常,本发明还包括具有存储在机器可读载体中的程序代码的计算机程序产品,当计算机程序产品在计算机上运行时,所述程序代码用于执行本发明方法。换言之,本发明还可实现为具有程序代码的计算机程序,当该计算机程序在计算机上运行时,所述程序代码执行本发明方法。

[0209] 此外,本发明涉及一种计算机可读介质,其中针对不同的解码器侧的装置,存储了具有第一缩放层和第二缩放层的可缩放数据流以及有关的控制字符。因此,计算机可读介质可以是数据载体或因特网,在因特网上将数据流从提供方传输到接收机。



(编码器)
 如果需要,
 还有增强层

图 1a

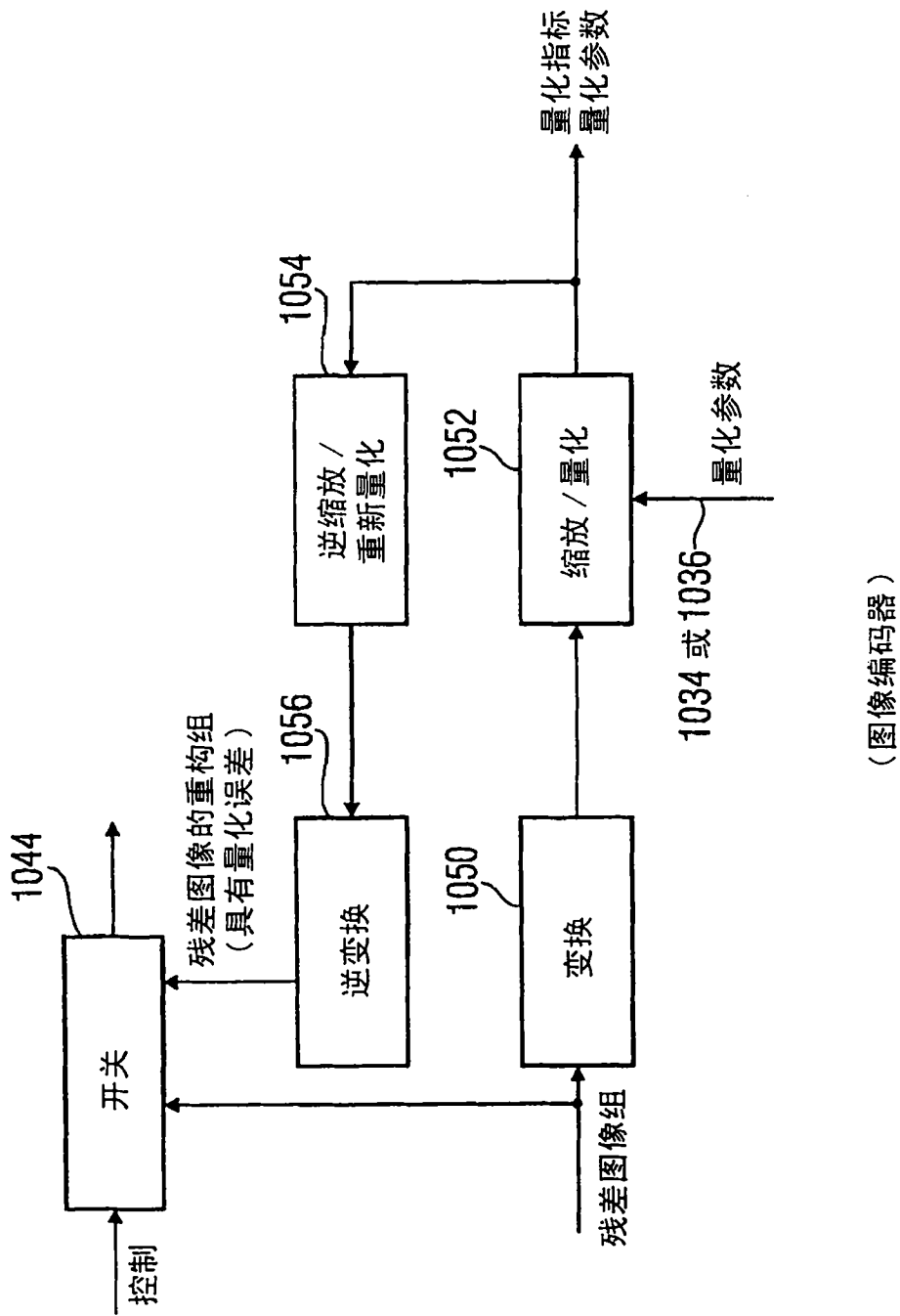


图 1b

每个宏块的中间层预测标志

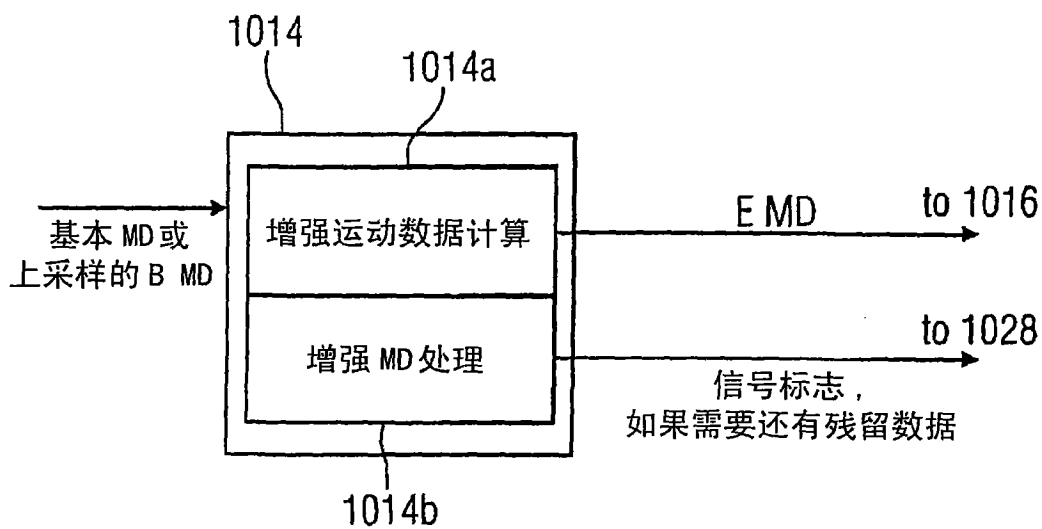
置位	激活中间层预测器
未置位	停用中间层预测器

图 1c

每个宏块的运动数据标志

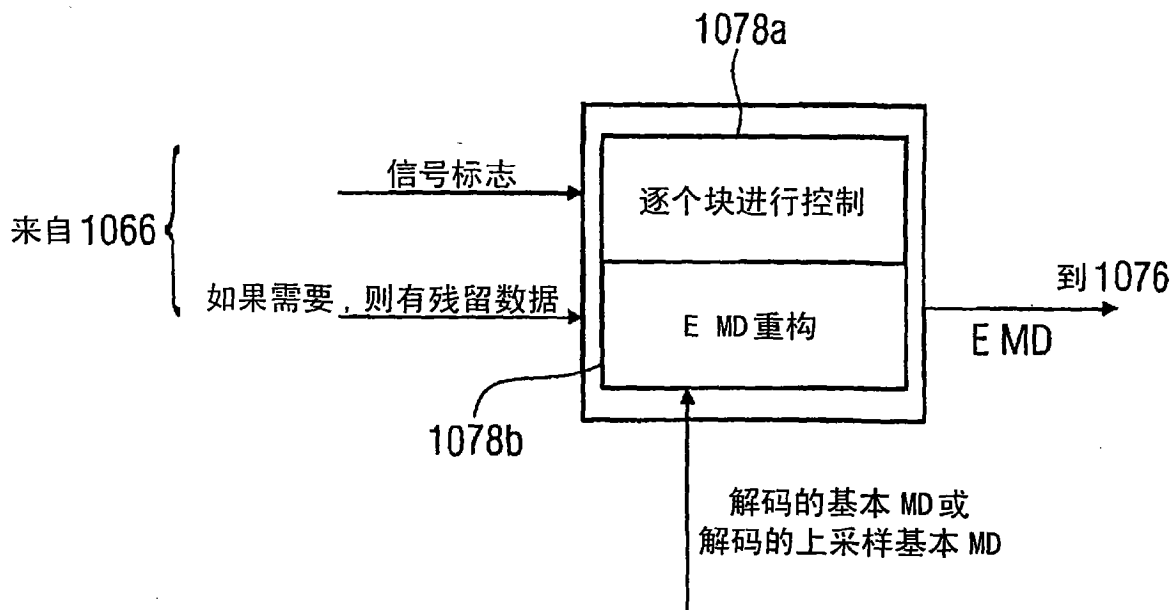
置位	从基本层的上采样运动矢量导出增强层的运动矢量
未置位	没有根据较低层的运动矢量预测

图 1d



(编码器一侧)

图 1e



(解码器一侧)

图 1f

1. 逐个块接收（上采样）基本 MD 以用于运动预测
 - 不传输块的残留增强运动数据
 - 通过 BL 标志 1098 逐个块进行信号标志

2. 根据 $m = [\text{argmin}(D(i,m) + \lambda \cdot R(i,m))]$
 - $\lambda = f(\text{增强图像编码器的量化参数})$
 - 将基本运动矢量并入增强运动数据计算

 - 当基本运动矢量满足搜索标准时
 - 通过 QRefFlag 标志 1100 逐个块进行信号标志
 - 不传输块的残留增强运动数据

 - 如果需要，将（稍有）改变的基本运动矢量并入运动矢量搜索
 - 此外：逐个块将基本运动矢量的改变传输到 QRefFlag 1100

- 3.（随意）确定运动矢量并用于运动补偿
 - 在针对有利运动矢量预测器的搜索中并入基本运动矢量以确定运动矢量差

 - 如果满足标准，则由 MvPrdFlag 1106 表示，并传输所述差

图 1g

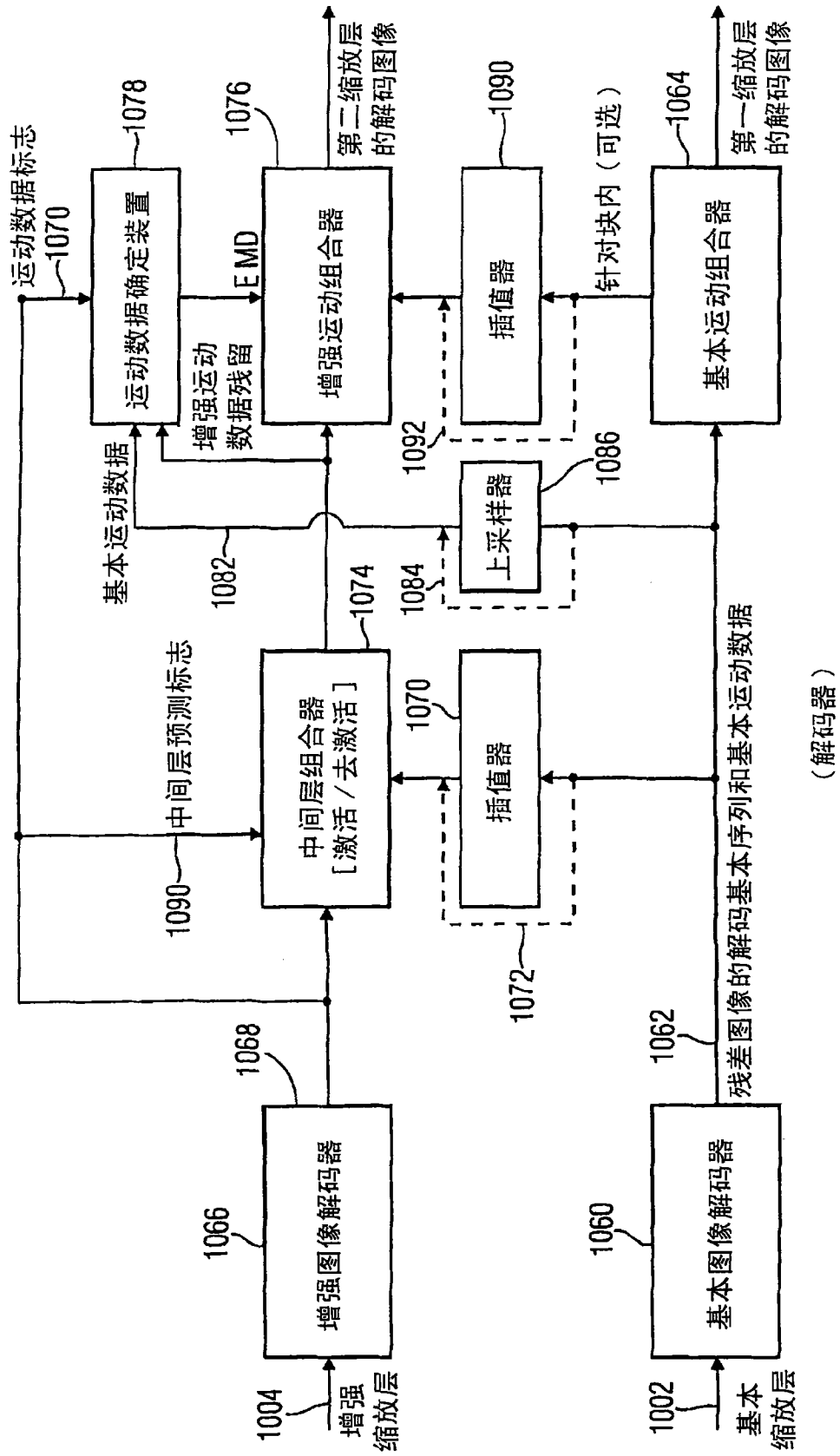


图 2

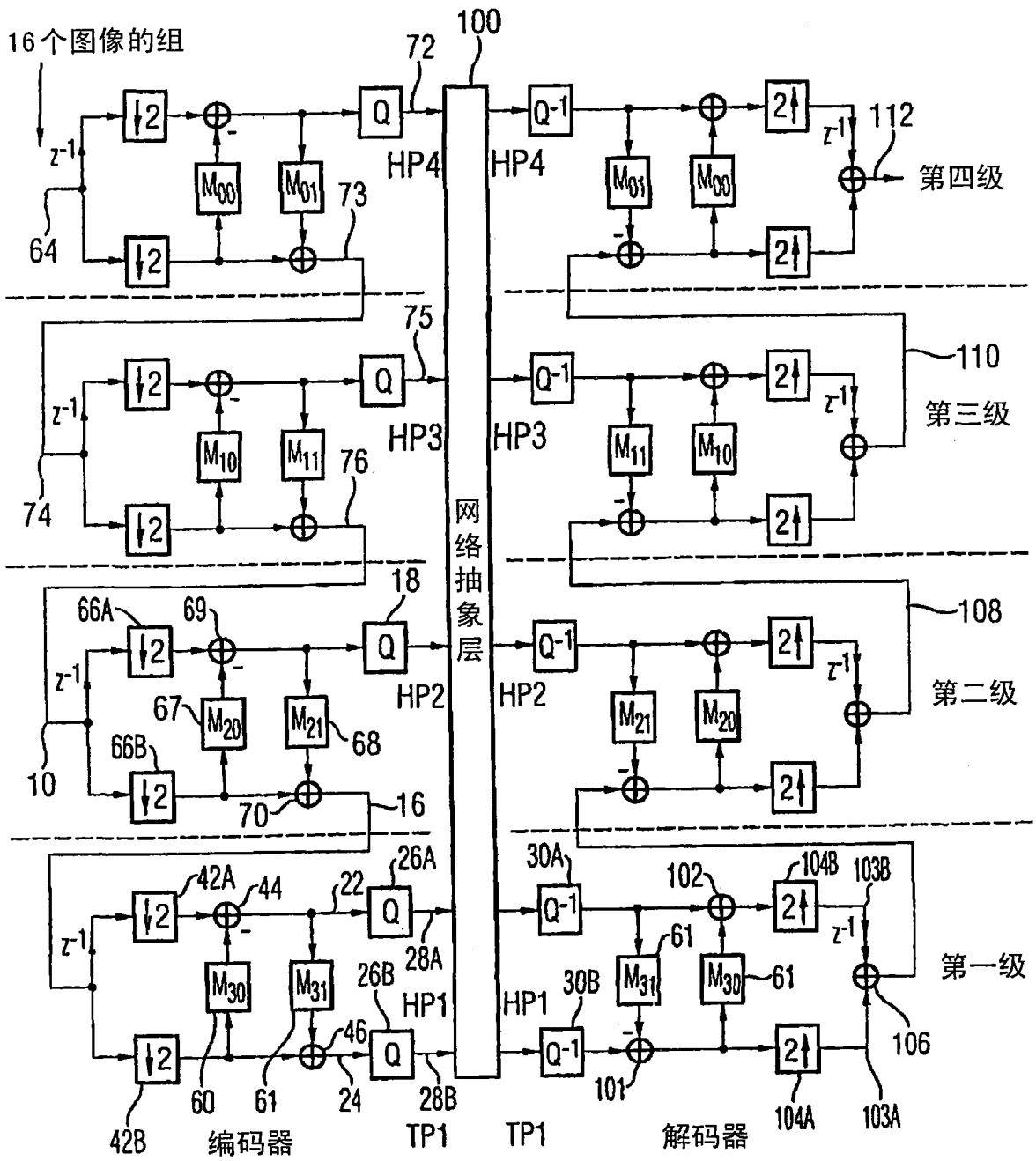


图 3

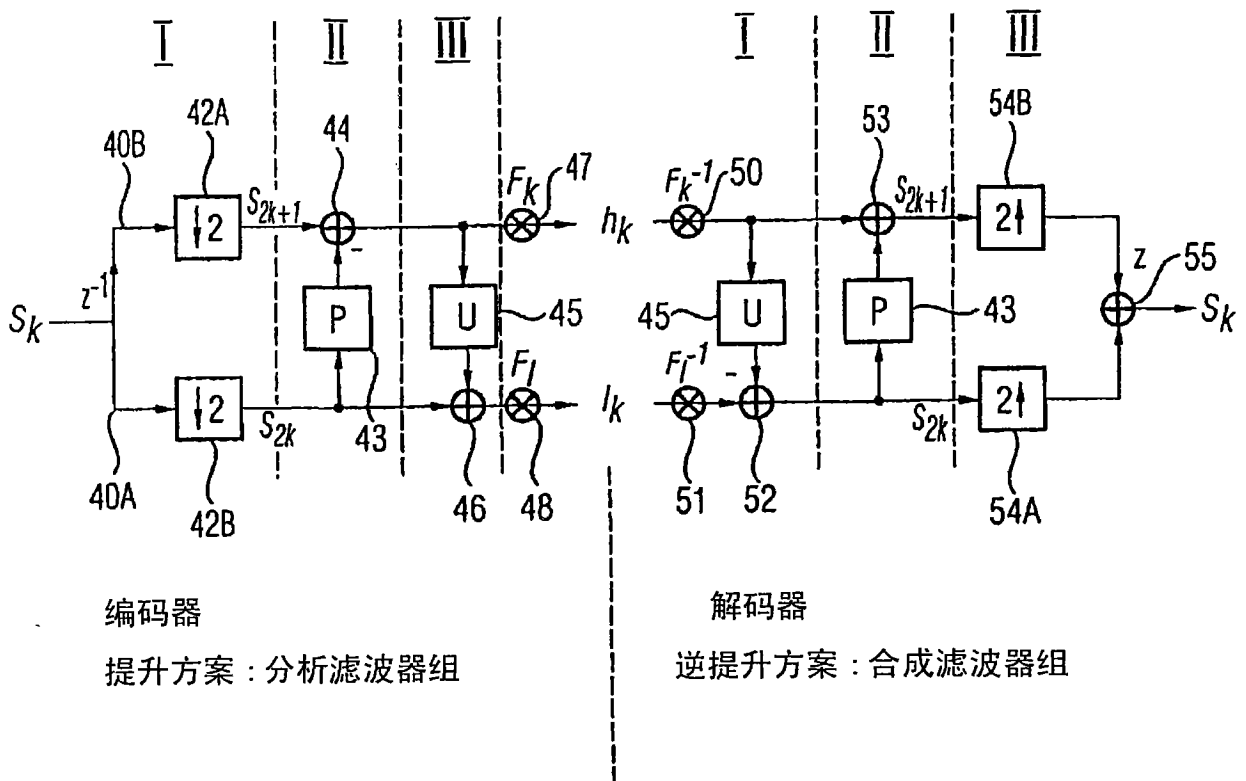


图 4

$$h[k] = s[2k+1] - P(s[2k+1])$$

$$P(s[2k+1]) = \sum_i \rho_i s[2k+2i]$$

$$l[k] = s[2k] + U(s[2k])$$

$$U(s[2k]) = \sum_i u_i h[k+i]$$

图 5a

Hair 小波

5/3 变换

$$P_{\text{hair}}(s[x, 2k+1]) = s[x, 2k]$$

$$P_{5/3}(s[x, 2k+1]) = \frac{1}{2}(s[x, 2k] + s[x, 2k+2])$$

$$U_{\text{hair}}(s[x, 2k]) = \frac{1}{2} h[x, k]$$

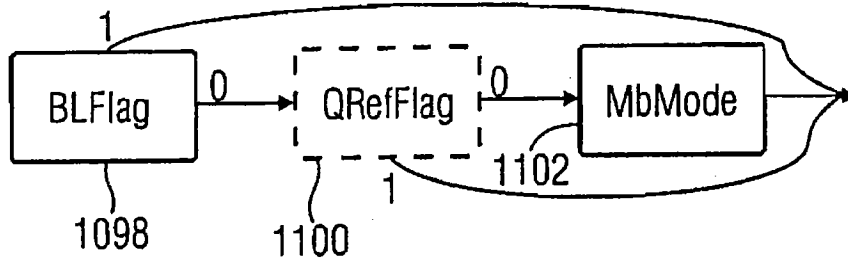
$$U_{5/3}(s[x, 2k]) = \frac{1}{4} (h[x, k] + h[x, k-1])$$

图 5b

$$\begin{aligned}
 P_{hair}(s[x,2k+1]) &= s[x+m_{p0},2k-2r_{p0}] & m: \text{运动矢量} & P_{Intra}(s[x,2k+1])=0 \\
 U_{hair}(s[x,2k]) &= \frac{1}{2}h[x+m_{u0},k+r_{u0}] & r: \text{参考指标} & U_{Intra}(s[x,2k])=0 \\
 P_{5/3}(s[x,2k+1]) &= \frac{1}{2}(s[x+m_{p0},2k-2r_{p0}] + s[x+m_{p1},2k+2+2r_{p1}]) \\
 U_{5/3}(s[x,2k]) &= \frac{1}{4}(h[x+m_{u0},k+r_{u0}] + h[x+m_{u1},k-1-r_{u1}])
 \end{aligned}$$

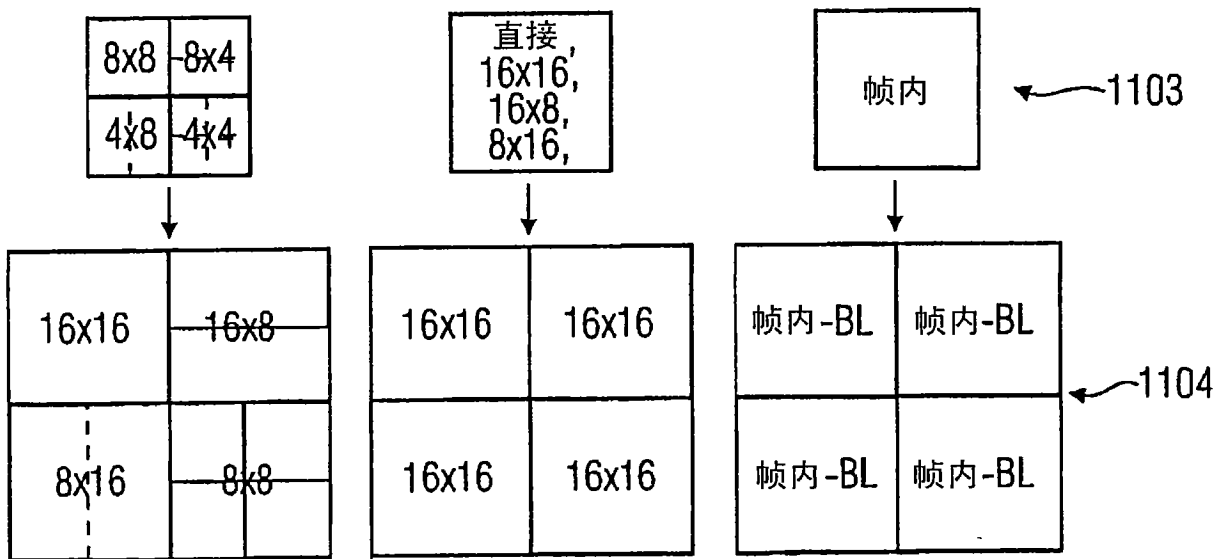
图 5d

图 5c



(宏块模式)

图 6a



(运动数据的上采样)

图 6b

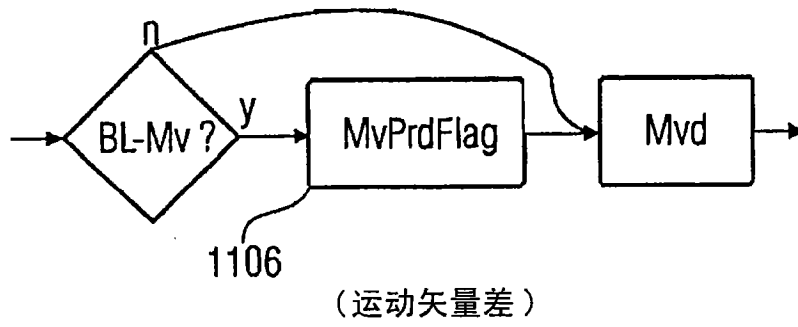
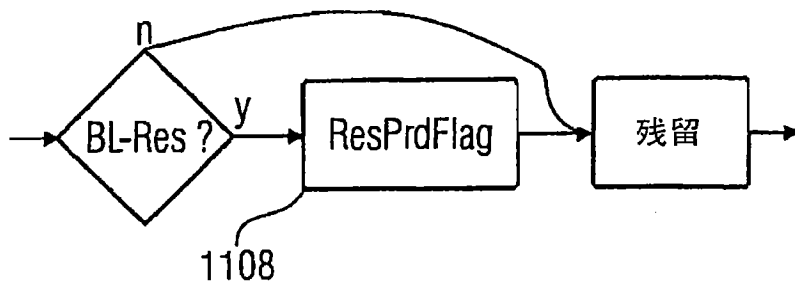


图 6c



(残留值语法增强)

图 6d

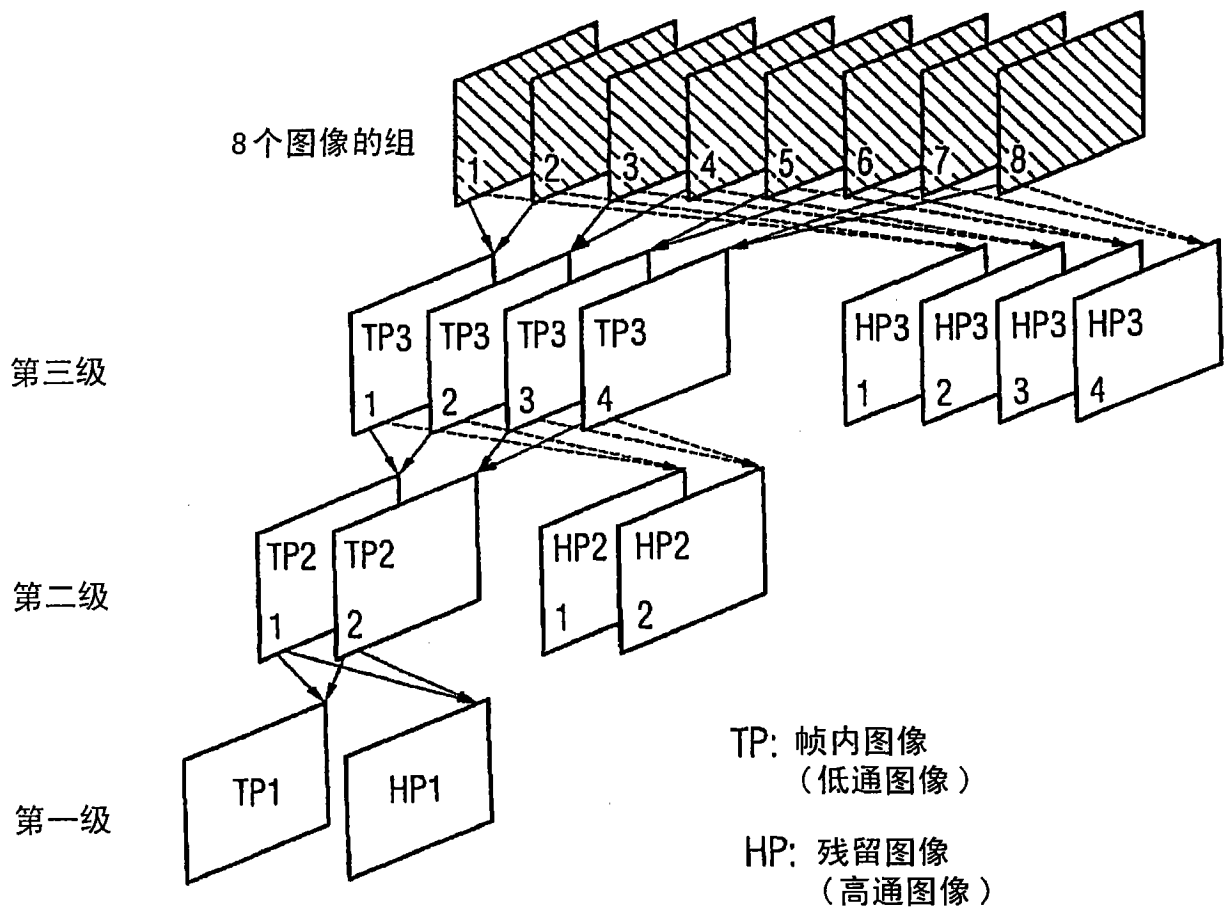


图 7

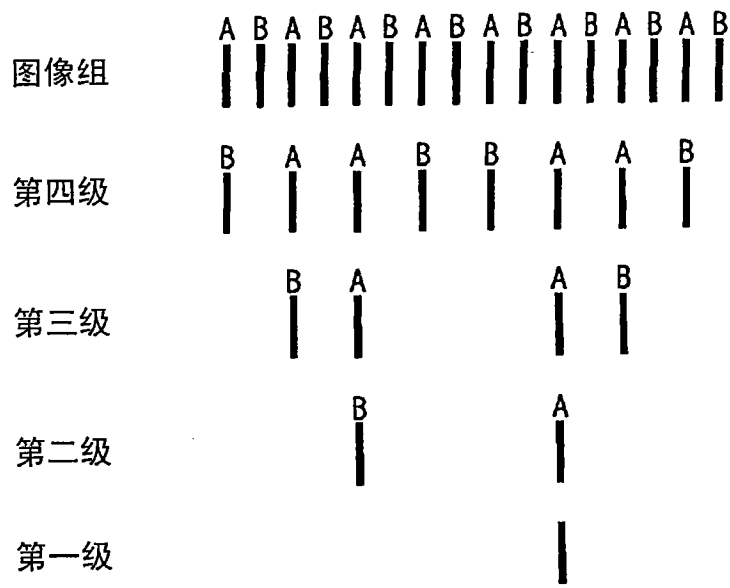


图 8

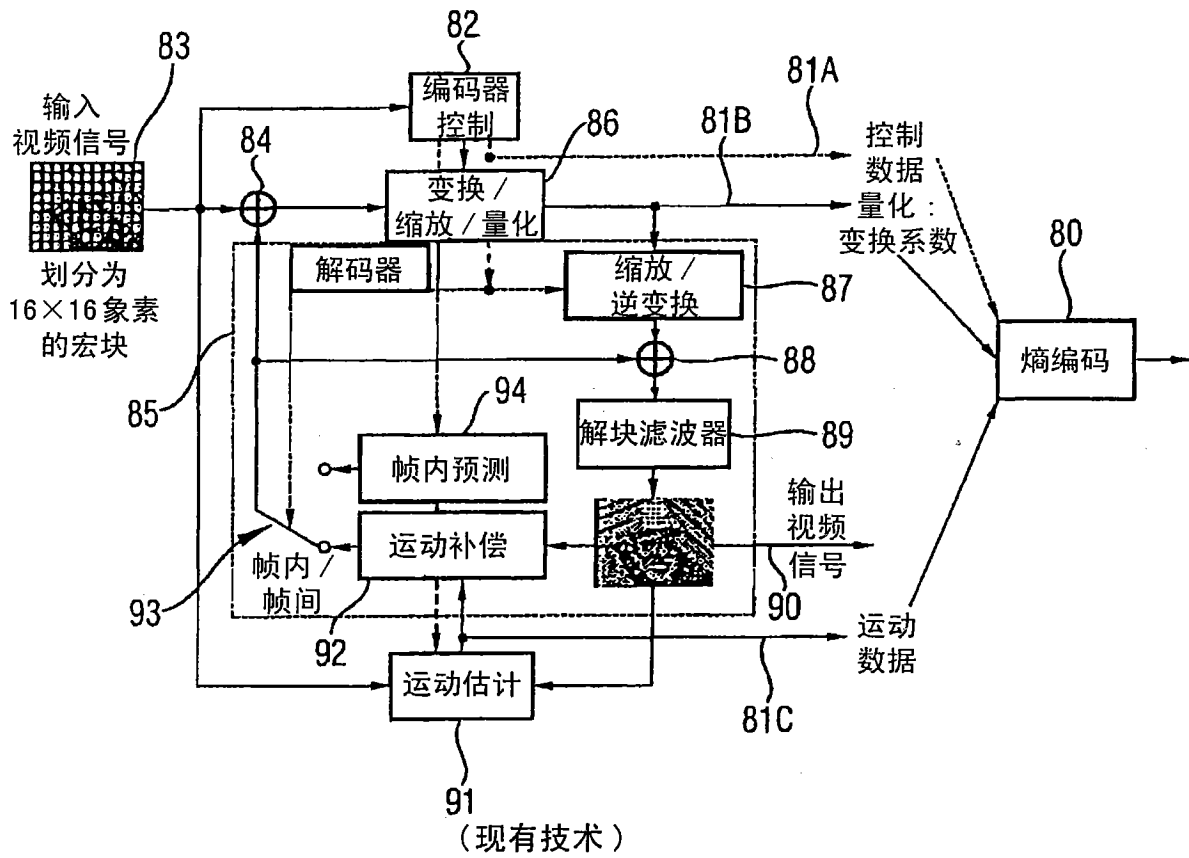


图 9

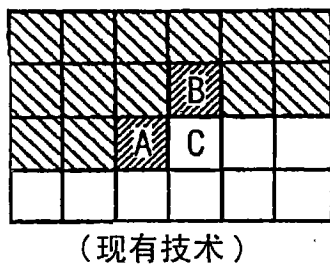


图 10

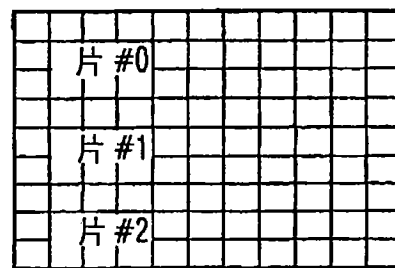


图 11