

[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 01801407.0

[51] Int. Cl.

H04N 1/41 (2006.01)

H04N 7/26 (2006.01)

[45] 授权公告日 2008 年 2 月 20 日

[11] 授权公告号 CN 100370802C

[22] 申请日 2001.5.3 [21] 申请号 01801407.0

[30] 优先权

[32] 2000.5.25 [33] US [31] 09/578,286

[86] 国际申请 PCT/EP2001/004995 2001.5.3

[87] 国际公布 WO2001/091454 英 2001.11.29

[85] 进入国家阶段日期 2002.1.24

[73] 专利权人 皇家飞利浦电子有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 H·拉哈 M·范德沙尔-米特雷
Y·陈

[56] 参考文献

US5933249A 1999.8.3

US5689588A 1997.11.18

US5956425A 1999.9.21

EP0442096A 1991.8.21

US5963342A 1999.10.5

审查员 吴丽君

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 吴立明 王忠忠

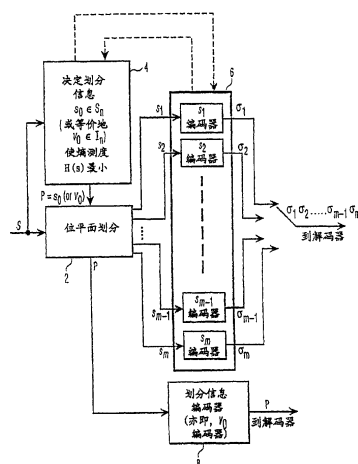
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 3 页

[54] 发明名称

编解码方法以及相应的编解码器

[57] 摘要

本发明指向为一个特定源信号的可变位平面编码。它包括首先划分或分组不同的位平面为嵌入的子信号和然后编码每一子信号。这一技术允许根据本发明的编码器控制和实现在可缩放度和编码效率之间的一个希望的平衡点。因此，在不需位或位平面级区组度的场合，通过在编码前组合两个或多个位平面可以改善编码效率。另外，因为每一位平面的统计性质不同，因此可以改变位平面上使用的分组级。



1. 一种编码包括一组位平面的信号(s)的方法, 所述方法包括:

划分步骤(2), 其中在所述位平面组的基础上, 根据将不同的位平面子集指定给不同的子信号的划分方案(P), 形成一个子信号($S_1, \dots, S_m$)组; 和

编码步骤(6), 其中子信号组($S_1, \dots, S_m$)被编码, 以获得一个表示位平面组的编码子信号组($\sigma_1, \dots, \sigma_m$)。

2. 根据权利要求1的方法, 进一步包括一个调整步骤(4), 其中根据信号(S)的编码调整划分方案(P)。

3. 根据权利要求2的方法, 进一步包括一个熵值计算步骤, 其中为一组不同的划分方案中的每一个计算一个熵值, 其中具有最小熵值的划分方案(P)被应用于划分步骤(2)。

4. 根据权利要求3所述的方法, 其中所述熵值计算步骤包括: 一个熵值计算子步骤, 其中为划分方案的每个子信号($S_1, \dots, S_m$)计算熵值, 划分方案的熵值是为划分方案的相应子信号($S_1, \dots, S_m$)计算的相应熵值的加权和。

5. 根据权利要求4所述的方法, 其中加权和包括权重系数, 所述权重系数包括网络相关变量。

6. 根据权利要求1所述的方法, 其中编码步骤(6)包括用于每个子信号($S_1, \dots, S_m$)的分立的编码子步骤。

7. 一种对包括一组位平面的信号(S)编码的编码器, 所述编码器包括:

划分模块, 被设置为在所述位平面组的基础上, 根据将不同的位平面子集指定给不同的子信号的划分方案(P), 形成一个子信号($S_1, \dots, S_m$)组; 和

编码模块, 被设置为对子信号组($S_1, \dots, S_m$)编码, 以获得一个表示不同位平面的编码子信号组($\sigma_1, \dots, \sigma_m$)。

8. 一种解码包括一组编码子信号($\sigma_1, \dots, \sigma_m$)的编码信号(C)的方法, 所述编码子信号组表示根据将不同的位平面子集指定给不同的编码子信号的划分方案(P)的一组位平面, 所述方法包括:

解码步骤(10), 其中编码子信号组($S_1, \dots, S_m$)被解码, 以获得

一个解码子信号 ($S_1, \dots, S_m$) 组;

重构步骤 (12), 其中根据解码子信号 ($S_1, \dots, S_m$) 组和划分方案 (P) 重构位平面组。

9. 一种解码器, 用于解码包括一组编码子信号 ($\sigma_1, \dots, \sigma_m$) 的编码信号 (S), 所述编码子信号表示根据将不同的位平面子集指定给不同的编码子信号的划分方案 (P) 的一组位平面, 所述解码器包括:

解码模块, 被设置为解码编码子信号组 ($\sigma_1, \dots, \sigma_m$), 以获得一个解码子信号 ($S_1, \dots, S_m$) 组;

重构模块 (12), 被设置根据解码子信号 ($S_1, \dots, S_m$) 组和划分方案 (P) 重构位平面组。

编解码方法以及相应的编解码器

本发明一般涉及信号压缩技术，特别说，涉及包括把源信号分成子信号然后编码每一子信号的压缩技术。

数字信号的位平面压缩是用于多媒体应用的一种普通的编码方法。例如，视听信号的位平面编码允许渐进地和可缩放传输这些信号。通常，音频和视觉信号在位平面编码前经历某种变换。这种变换的例子包括离散余弦变换（DCT）或离散微波变换（DWT）。

在执行上述一种变换后，扫描信号中包含的每一位平面并以信号的最高位（MSB）表示开始和以最低位（LSB）结束编码。因此，如果每一变换系数由 n 位表示的话，则有 n 个相应的位平面要被编码和传输。

取决于特定的保真度判据（例如最大允许失真）或者位速率预算限制，信号的编码被限制在一个特定的位平面。这一方法提供位平面压缩的渐进特征，特别当该编码在实时发生时，即在信号被传输时的同时。对于脱机或在传输前编码的信号，位平面编码产生嵌入的和可缩放的位流。这允许发送者响应例如诸如可用带宽的网络条件限制该流的传输在一个特定的位平面或在其内。

结果，位平面压缩一般说提供信号的非常小区组（granularity）可缩放度（FGS）编码。取决于为编码位平面使用的特定方法，这一区组可以小到单一位或可以大到整个位平面。因此，如果一个信号是使用 n 个平面编码的位平面且总数是 b 位，则产生的压缩流可以包括在该流中嵌入的原始信号的 n 和 b 个渐进的表示之间任何位置。

本发明指向一种压缩信号的方法。该方法把信号分成多个子信号，并根据不同的编码技术编码每一子信号。另外，子信号要么包括不同的位平面或者从信号的同一位平面来的不同的位。

本发明还指向一种压缩信号的方法，该方法为信号决定一个“最佳选择”划分。信号根据“最佳选择”划分被分成多个子信号，然后编码这些子信号。通过为信号定义一些不同的划分决定“最佳选择”划分。另外，计算每一划分的熵值，选择具有最小熵值的划分。

本发明还指向一种为解压缩包含子信号和指示信号如何分成子信号的划分信息的信号的方法。该方法包括解码每一子信号然后根据划分信息组合子信号。

现在参考附图，类似的参考号码通篇表示相应的部分：

图 1 是表示根据本发明的位平面划分的一个例子的示意图；

图 2 是表示根据本发明的位平面划分的另一个例子的示意图；

图 3 是一个方框图，表示根据本发明的位平面压缩的一个例子；

图 4 是一个方框图，表示根据本发明的位平面解压缩的一个例子；

图 5 是一个方框图，表示根据本发明的系统的一个例子。

如前所述，一般说，位平面压缩提供信号的一个非常小区组可缩放度（FGS）编码。然而，位平面的小区组编码潜在地以损失编码效率为代价。这一点导致最普通的视频压缩标准（例如 MPEG-1，MPEG-2，和 MPEG-4 视频）适应作为整体扫描和编码变换系数而不是以渐进方式扫描和编码变换系数的单独的位平面的方案。这一标准方法导致信号的高效编码，然而，牺牲了可缩放度。

鉴于上述，本发明指向一种源信号的位平面的可变编码。这包括首先划分或分组不同的位平面为子信号和然后编码每一子信号。这一技术允许按照本发明的编码器控制和达到在可缩放度和编码效率之间的一个希望的平衡点。因此，在不需要位或位平面级区组的场合，可以通过在编码前组合两个或多个位平面而改善编码效率。另外，因为每一位平面的统计性质不同，因此可以改变在位平面上使用的分組级。

如上所述，本发明基于在编码前划分源信号为可变深度子信号。为讨论的目的，假定源信号先前已经被数字化并经历某种变换诸如离散余弦变换（DCT）或者离散微波变换（DWT）。然而，根据本发明，还打算仅数字化源信号。

图 1 表示根据本发明划分的一个例子。在该例中，源数据被划分，使得每一子信号 s_1 - s_4 包括不同的位平面。在图 1 的划分中，源信号 S 包括 n 个位平面。这里假定在 S 编码前 S 中的每一个系数用 n 位表示。因此，信号可以被分成 n 个位平面： $b(j)$ ， $j=1, 2, \dots, n$ 。

另外，定义 m 个子信号 s_l 来表示 S ，这里，每一个子信号包括一个或多个位平面 $b(j)$ 。设 k_l 是在子信号 s_l ， $l=1, 2, \dots, m$ ，中分组的连续的位平面的数目。因此，子信号 s_l 包括位平面：

$$s_l = \{b(1 + \sum_{i=1}^{l-1} k_i), b(2 + \sum_{i=1}^{l-1} k_i), \dots, b(k_l - 1 + \sum_{i=1}^{l-1} k_i), b(\sum_{i=1}^l k_i)\} \quad (1)$$

根据这一划分, $\sum_1^m k_i = n$ 。例如, 信号 S 包括 8 个位平面。如果使用 $k_1=4$, $k_2=2$, $k_3=1$, 和 $k_4=1$ 把 S 信号分成 4 个子信号, 则这导致子信号 s_1 , s_2 , s_3 和 s_4 分别具有 4, 2, 1, 和 1 个位平面, 如图 1 所示。在该例中, $s_1 = \{b(1), b(2), b(3), b(4)\}$, $s_2 = \{b(5), b(6)\}$, $s_3 = \{b(7)\}$, 和 $s_4 = \{b(8)\}$ 。

图 2 表示根据本发明划分的另一个例子。在该例中, 划分源数据, 使得并非所有子信号 s_1-s_4 包括整个位平面。换句话说, 当把源信号划分为子信号时图 2 的划分使用源信号的不同系数的可变数目的位。这对于变换过的信号 (例如 DCT 或 DWT) 可能非常有用, 因为不同的系数对于它们包含的能量来说具有不同的意义。因此, 在每一层 (或子信号) 内使用可变数目的位来改善特定子信号的总编码性能。

在图 2 的例子中, 一个特定的位平面可以具有属于多于一个子信号的位。因此, 划分源信号 S 使得子信号 s_1 和 s_2 每一个包括位平面 $b(2)$, $b(3)$, 和 $b(4)$ 的不同的位。

图 3 表示根据本发明的位平面压缩的一个例子。如同可以从图 3 看到的, 对源信号 S 执行位平面划分 2 以便产生子信号 $s_1, s_2, \dots, s_m$ 。根据本发明, 位平面划分 2 可以以类似于图 1 或 2 的预定方式执行。然而, 优选可变执行划分 2 以便对于一个给定的源信号使编码效率最高。

为执行可变划分, 包含一个处理以决定划分信息 4, 该信息包括为一个给定的信号 S 的“最佳选择划分”, 而使为信号 S 的编码效率最高。对于这一处理 4, 定义一个超集合 I_n 。 I_n 中的每一元素是一个整数矢量 $v = (k_1, k_2, \dots, k_m)$, 使得这些整数的和等于 n (这里 n 表示信号 S 中的位平面数目)。换句话说:

$$I_n = \{v = (k_1, k_2, \dots, k_m) : \text{使得 } \sum_{i=1}^m k_i = n \text{ 这里 } m = 1, 2, \dots, n\} \quad (2)$$

I_n 的一个特殊成员是矢量 $v = (n)$, 它只包含一个整数。当 $m=1$ (亦即当 S 被划分成单个子信号) 时这是唯一允许的矢量。 I_n 的另一个特殊成员是全 1 矢量 $v = (1, 1, 1, \dots, 1)$ 。当 $m=n$ (亦即当 S 被划分成 n 个子信号) 时这是唯一允许的矢量。

根据整数矢量的这一集合 I_n ，定义划分单个信号 S （包括 n 个位平面）为子信号 $s_1, s_2, \dots, s_m$ 的所有可能方式的一个集合 S_n ，使得 s_1 包括 k_1 个最有意义的位平面， s_2 包括下一（连续的） k_2 个位平面，等等：

$$S_n = \{ s = (s_1, s_2, \dots, s_m) : \text{使得 } (k_1, k_2, \dots, k_m) \in I_n \} \quad (3)$$

这里 s 表示 S_n 的一个成员。这样，根据确定 S_n 中满足下面的判据的元素 s_0 寻找划分信息：

$$s_0 = \min_{s \in S_n} H(s) \quad (4)$$

这里 $H(s)$ 是划分 s （其为 S_n 的一个成员）的总熵的测度：

$$H(s) = \sum_{i=1}^m w(s_i; \eta) \cdot H(s_i) \quad (5)$$

加权因子 w 是子信号 s_i 和其它与网络有关的变量（它们用参数 η 表示）的函数。例如，如果系统试图覆盖一个其上数据要被传输的位速率（或带宽）范围，则不同的加权因子（ w 's）可以测量解压缩 s 提供多少区组来覆盖希望的位速率范围。在这一场合，因为我们寻找最小值（如等式 4 表示），于是解压缩 s 在希望的位速率上提供的区组越多（亦即越细），则为 w 的值应该越小。

划分 s_0 称为“最佳”选择划分。根据等式（4），最佳选择划分 s_0 将具有为在信号 S 的该划分中包含的子信号的最小总熵测度。重要的是要注意， s_0 相应于集合 I_n 中的一个唯一的整数矢量 v_0 。整数矢量 v_0 称为“最佳”选择矢量，从而在图 3 的例子中优选用作划分信息 P 。这样，根据划分信息 P 执行按照本发明的位平面划分 2 以便使为信号 S 的编码效率最高。另外，还通过一个划分信息编码器 8 编码划分信息 P 并传输到解码器，如图所示。

熵测度 H 可以显著影响“最佳”选择划分的选择。有几种方法可以用来测量熵 H 。理想上说，在测量熵时要考虑为编码从该划分产生的每一子信号使用的方法。因此，如图 3 所示，一种可能性是为选择（从集合 S_n ）最佳选择 s_0 使用的处理考虑（作为对该处理的输入）由该系统使用的不同的熵编码器。（可以用于这种系统中的编码器在下面讨论）。

另外，为计算 H 的另一个可能的方法是使用经典著名的熵的香农测度。这后一种情况是当选择处理也许不需要使用（作为输入）实际

正由系统使用的不同类型的编码器时的方案的例子。结果，这可以简化选择处理。再一种可能性是使用一种熵测度，它可以近似或估计由系统使用的实际子信号编码器。

因为 S 的可能划分的数目（亦即在集合 S_n 中的数目）可以非常大（ $=2^{(n-1)}$ ），因此希望考虑这些所有可能的划分的一个子集。换句话说，我们可以考虑整数矢量的超集合 I_n 的一个子集 J_n ： $J_n \subseteq I_n$ 。例如，在条件 $\sum_{i=1}^m k_i = n$ 之外，可以给整数矢量 $v = (k_1, k_2, \dots, k_m)$ 增加其它限制以定义子集 J_n 。一个可能的限制是考虑在单调递减整数内的整数矢量： $k_1 \geq k_2 \geq \dots \geq k_{m-1} \geq k_m$ ：

$J_n = \{ v = (k_1, k_2, \dots, k_m) : \sum_{i=1}^m k_i = n \text{ 和 } k_1 \geq k_2 \geq \dots \geq k_{m-1} \geq k_m, \text{ 这里 } m = 1, 2, \dots, n \}$ (6) 在这一场合，通过简单地用 I_n 的子集 J_n 代替它可以修改等式 (2)：

$$S_n = \{ (s_1, s_2, \dots, s_m) : \text{使得 } (k_1, k_2, \dots, k_m) \in J_n \} \quad (7)$$

如前所述，优选根据指示“最佳选择”划分的划分信息 P 执行位平面划分 2 以便使为信号 S 的编码效率最大。在划分位平面为子信号 s_1 后，然后编码每一这些子信号。如同可以从图 3 中所看到的，优选可以使用相应单独的编码器 6 从子信号 s_1 开始到子信号 s_m 结束编码每一子信号。

希望使用单独的编码器 6，因为它能为每一子信号使用不同的扫描和熵编码技术。换句话说，可以为图 3 所示每一子信号使用不同的编码策略。在这一场合，可以为原来的数据划分的特定子信号设计和优化每一编码策略。

可以用于编码子信号的编码器 6 的例子是基于 DCT 的运行长度编码器，诸如由 MPEG-1、MPEG-2、MPEG-4、H. 261、和 H. 263 视频标准使用的那些。特别，对于包含单一位平面的子信号，可以使用 MPEG-4 小区组可缩放度 (FGS) 编码器。也可以使用用于编码包含多个位平面的子信号的 FGS 的推广。此外，也可以使用嵌入式零树微波 (EZW) 编码方法族来编码 S 的任何子信号。这包括普通的 SPIHT 编码方法，由 MPEG-4 采用的基于 EZW 的组织编码方法。曾被建议给 JPEG 2000 标准和/或由其采用的方法也是好的备选方法。可以用在这里的另一类熵编码器是

匹配跟踪编码器。

独立于所用的编码策略类型，优选输出的压缩信号以嵌入方式包含不同编码的子信号 $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_m$ 。这允许依赖位平面编码的可缩放特征。当信号以实时方式传输到解码器或如果信号为以后在可变带宽信道上传输存储时嵌入信号的可缩放特征十分有用。因此，如果 s_m 包含源信号 S 的最有意义的位平面的话，则首先传输相应编码的子信号 σ_m 。在这一场合， s_1 包含最小意义的位平面，和最后传输 σ_1 。

另外，根据本发明，可作为备选方案使用单编码器系统编码每一子信号来代替图 3 所示单独编码器 6。在可以给所有子信号应用同样的总熵策略（例如，扫描顺序和熵编码类型）的场合希望使用单编码器系统。这后一方法的优点是简化了相应的系统。还存在第三种选择，这里一些子信号可以共享同样的编码策略，而其它的子信号可以具有它们自己专用的编码器。此外，熵编码器系统和/或它的参数的设计也可以由为选择上述最佳选择 s_0 使用的预处理（参见图 3）影响。

图 4 表示根据本发明的位平面解压缩的一个例子。如前所述，根据本发明的压缩信号 C 包括编码的子信号 $\sigma_1, \dots, \sigma_{m-1}, \sigma_m$ 和划分信息 P 。如前所述，优选划分信息指示“最佳选择”划分。然而，根据本发明，划分信息 P 还可以指示只是一个预定的划分，诸如图 1 或 2 所示。

如同可以从图 4 中所看到的，单独的解码器 10 还可以用于解码编码的子信号 $\sigma_1, \dots, \sigma_{m-1}, \sigma_m$ 。每一解码器 10 配置为按照在编码器侧执行的编码技术解码一个编码的子信号 $\sigma_1, \dots, \sigma_{m-1}, \sigma_m$ 。还包括一个划分信息解码器 11 用于解码划分信息 P 。

因为编码的子信号 $\sigma_1, \dots, \sigma_{m-1}, \sigma_m$ 要么优选存储或者在嵌入方式传输，因此可以另外选择使用一个单解码器来代替图 4 所示单独的编码器 10。该单解码器首先解码由编码器传输的划分信息 P 。然后该单解码器优选以嵌入和渐进方式解码编码的子信号 $\sigma_m, \sigma_{m-1}, \dots, \sigma_1$ ，从编码表示 s_m 的接收到的最有意义的子信号 σ_m 开始，以编码表示 s_1 的接收到的最小意义的子信号 σ_1 结束。

如果在编码器侧用不同的编码技术编码子信号，则单解码器必须能够根据到来的编码的子信号 $\sigma_1, \dots, \sigma_{m-1}, \sigma_m$ 改变它的编码技术。这可以通过在压缩的信号 C 中包括指示为每一子信号使用的编码技术的附加信息实现。

另外，一个组合器 12 使用解码的划分信息 P 组合解码的子信号为先前在编码器侧被划分的相应的位平面。在执行这一操作中，组合器 12 优选考虑信号内的位平面的意义（位置）。这将产生在组合器 12 的输出端被提交的原来的源信号 S。然而，如果在编码器侧使用一个变换的话，则仅产生源信号 S 的近似。因此，在组合器 12 的输出端需要一个逆变换器来执行逆变换（例如，逆 DCT - IDCT 或逆 DWT - IDWT），如果这一变换在编码器侧使用的话。

图 5 表示其中实现本发明的一个系统的例子。作为一个例子，系统 16 可以表示一个电视，一个机顶盒，一个台式、膝上型或掌上型计算机，一个个人数字助手（PDA），一个视频/图像存储设备，诸如视频盒式录像机（VCR），一个数字视频录像机（DVR），一个 TiVO 设备等，以及这些和其它设备的一部分或组合。系统 16 包括一个或多个视频/音频源 18，一个或多个输入/输出设备 20，一个处理器 22 和一个存储器 24。视频/图像源 18 可以表示例如电视接收机，VCR 或其它视频/图像存储设备。源 18 可以另外可选表示一个或多个网络连接，用于从一个或者多个服务器例如通过综合计算机通信网络诸如因特网、广域网、市区网、局域网、陆地广播系统、电缆网络、卫星网络、无线网络或电话网络以及这些和其它类型网络的一部分或组合接收视频/音频。

输入/输出设备 20、处理器 22 和存储器 24 通过通信介质 30 通信。通信介质 30 可以表示例如总线、通信网络、一个或多个内部连接电路、电路卡或其它设备，以及这些或其它通信介质的一部分或组合。从源 18 输入的视频/音频数据按照存储在存储器 24 中并由处理器 22 执行的一个或者多个软件程序处理，以便产生提供给显示设备 26 的输出视频/图像和提供输出音频/声音给音频播放器 28。显示设备 26 和音频播放器 28 可以是单独的设备或可以包括在诸如电视或个人计算机的单一设备中。

在一个优选的实施例中，根据本发明的位平面压缩和解压缩通过由系统 16 执行的计算机可读代码实现。该代码可以存储在存储器 24 中或从诸如 CD-ROM 或软盘的存储器介质读取/下载。在其它的实施例中，可以使用硬件电路来代替软件指令或与之结合来实现本发明。例如，在图 3 和 4 中表示的元件可以作为分离硬件元件实现。

虽然在上面根据特定例子说明本发明，但是应该理解，本发明并不打算限制或局限在这里公开的例子。例如，本发明不限制在任何特定的编码策略框架类型或概率分布。相反，本发明打算覆盖包含在所附权利要求的精神和范围内的各种结构和对它的修改。

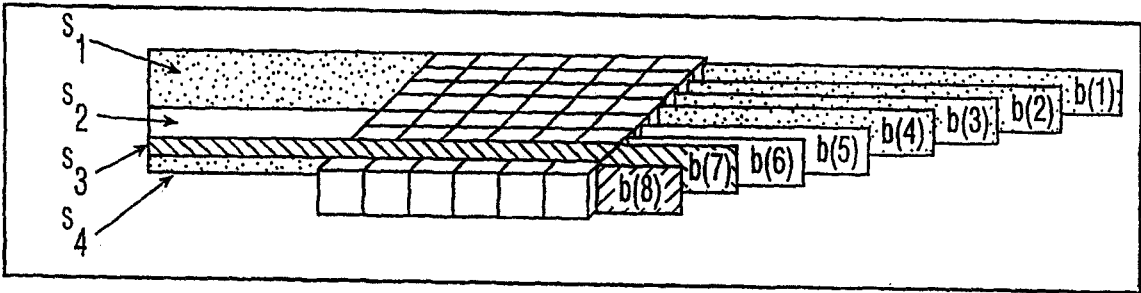


图 1

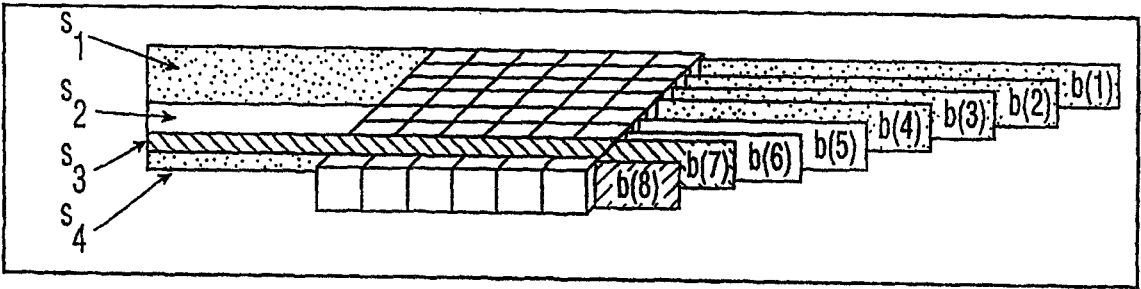


图 2

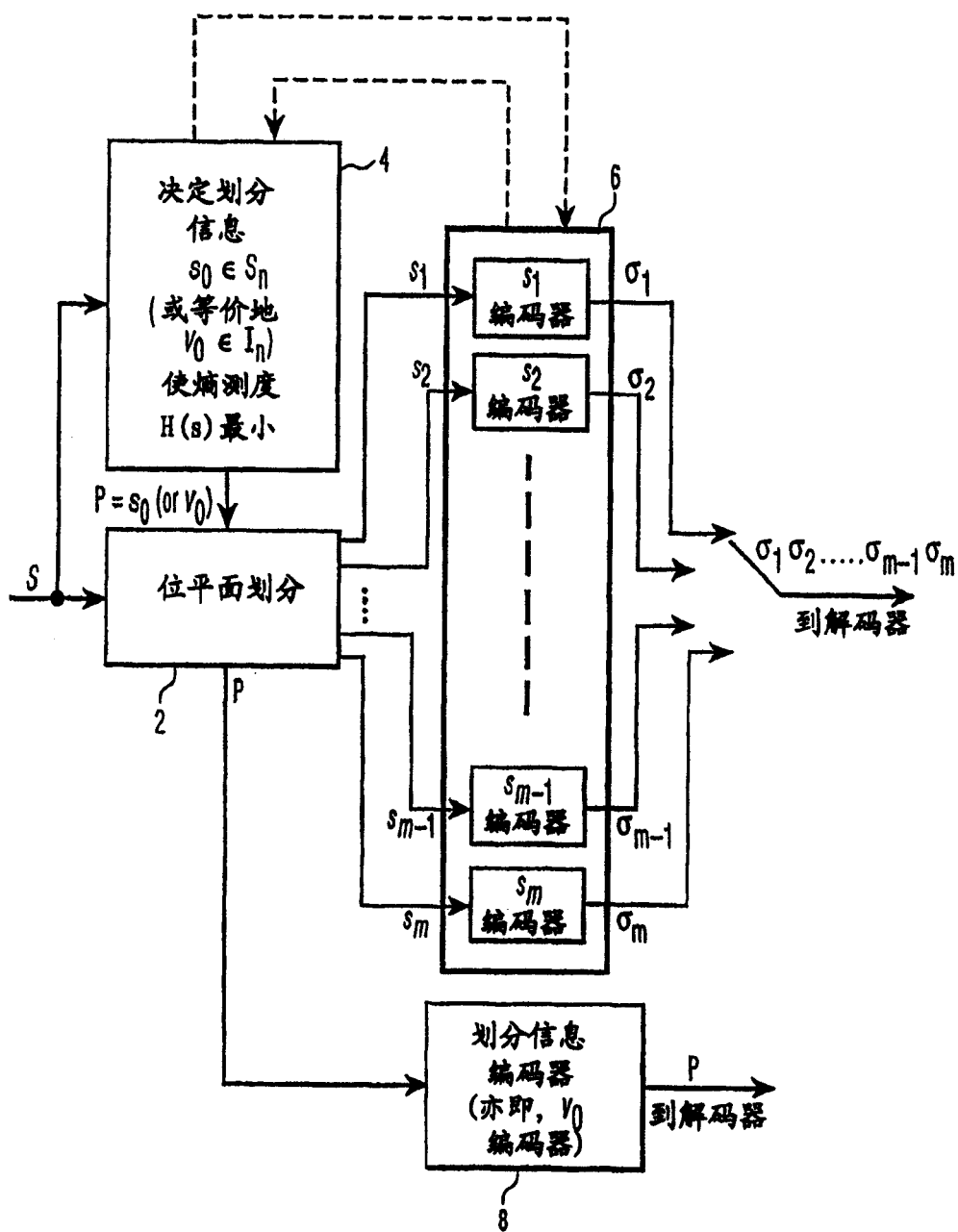


图 3

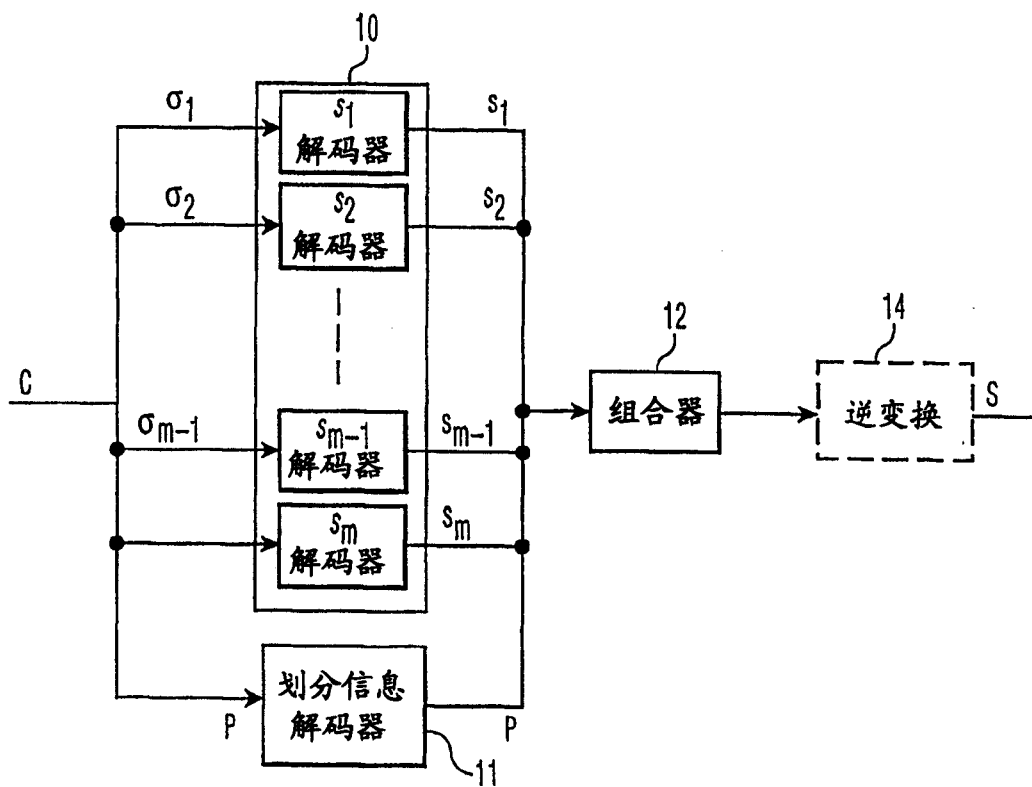


图 4

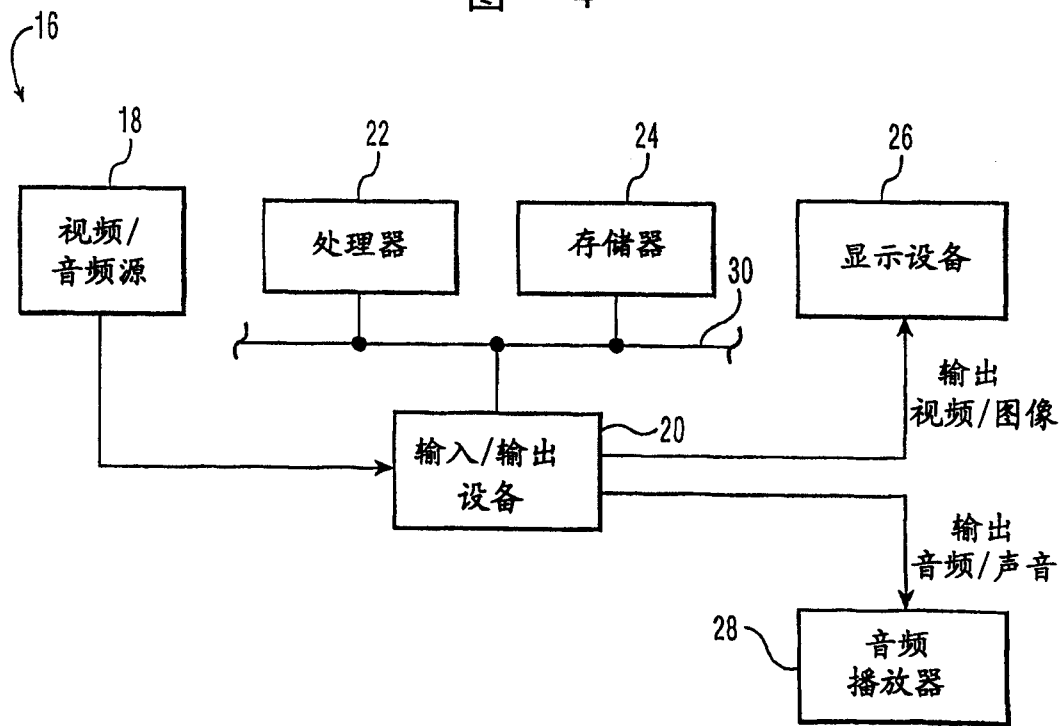


图 5