

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101695132 B

(45) 授权公告日 2012. 06. 27

(21) 申请号 200910167348. 9

US 5241383 A, 1993. 08. 31,

(22) 申请日 2005. 01. 19

CN 1243636 A, 2000. 02. 02,

(30) 优先权数据

WO 9835503 A1, 1998. 08. 13,

60/538, 065 2004. 01. 20 US

US 6577681 B1, 2003. 06. 10,

60/561, 351 2004. 04. 12 US

审查员 贺艳娟

(62) 分案原申请数据

200580002801. 0 2005. 01. 19

(73) 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 角野真也 柏木吉一郎 路久怀

林宗顺 陈涛

(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 王玮

(51) Int. Cl.

H04N 7/26 (2006. 01)

H04N 7/50 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1354605 A, 2002. 06. 19,

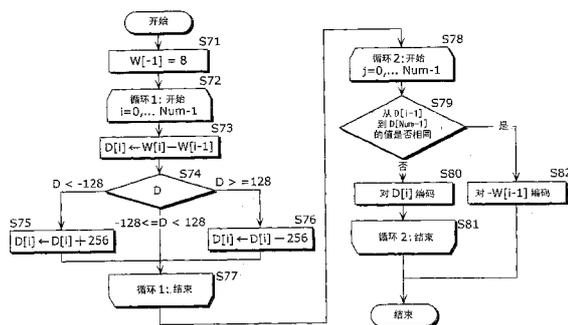
权利要求书 2 页 说明书 18 页 附图 20 页

(54) 发明名称

图像编码方法和设备、图像解码方法和设备

(57) 摘要

根据本发明的图像编码方法是一种通过正交变换和量化逐块对图像进行编码并对用于推导正交变换系数频率的量化步长的量化矩阵进行编码的图像编码方法,所述方法包括:计算量化矩阵中所包括的每个频率分量和与所述每个频率分量相对应的预定值之间的差值;以及将该差值编码为可变长度码,其中当差值越小时,可变长度码的码长就越短,或者等于所述差值的邻近差值的码长。



1. 一种量化矩阵的解码方法,所述量化矩阵的各分量取整数值,所述量化矩阵的解码方法,包括:

获取码序列,所述码序列用于解码所述量化矩阵的第 I 个分量值;

根据所述码序列,解码得到取 -128 以上且 +127 以下整数值的差分值;以及

将所述量化矩阵的第 I-1 个分量值加上所述差分值再加上 256 后除以 256 来求得余数,将与所述余数相等的值作为所述第 I 个分量值来进行解码。

2. 一种运动图像的解码装置,

包括:进行量化矩阵的解码的逆量化部,所述量化矩阵的各分量取整数值,

所述逆量化部获取与所述量化矩阵的第 I 个分量值相关的码序列,根据所述码序列,解码得到取 -128 以上且 +127 以下整数值的差分值,将所述量化矩阵的第 I-1 个分量值加上所述差分值再加上 256 后除以 256 来求得余数,将与所述余数相等的值作为所述量化矩阵的第 I 个分量值来进行解码。

3. 一种集成电路,用于运动图像的解码装置,所述运动图像的解码装置进行包含量化矩阵的解码在内的运动图像解码处理,

所述集成电路具有:运算部,其用于可变长解码、加法运算、余数运算,

所述运算部进行以下处理:

获取与所述量化矩阵的第 I 个分量值相关的码序列;

根据所述码序列,解码得到取 -128 以上且 +127 以下整数值的差分值;

将所述量化矩阵的第 I-1 个分量值加上所述差分值再加上 256;

将相加结果除以 256 来求得余数,并将与所述余数相等的值作为所述第 I 个分量值进行解码。

4. 一种量化矩阵的解码方法,所述量化矩阵的各分量取 1 以上且 255 以下的整数值,所述量化矩阵的解码方法,包括:

获取码序列,所述码序列用于解码所述量化矩阵的第 I 个分量值;

根据所述码序列,解码得到取整数值的差分值;以及

将所述量化矩阵的第 I-1 个分量值加上所述差分值再加上 256 后除以 256 来求得余数,将与所述余数相等的值作为所述第 I 个分量值来进行解码。

5. 一种运动图像的解码装置,

包括:进行量化矩阵的解码的逆量化部,所述量化矩阵的各分量取 1 以上且 255 以下的整数值,

所述逆量化部获取与所述量化矩阵的第 I 个分量值相关的码序列,根据所述码序列,解码得到取整数值的差分值,将所述量化矩阵的第 I-1 个分量值加上所述差分值再加上 256 后除以 256 来求得余数,将与所述余数相等的值作为所述第 I 个分量值来进行解码。

6. 一种集成电路,用于运动图像的解码装置,所述运动图像的解码装置进行包含量化矩阵的解码在内的运动图像解码处理,所述量化矩阵的各分量取 1 以上且 255 以下的整数值,

所述集成电路具有:运算部,其用于可变长解码、加法运算、余数运算,

所述运算部进行以下处理:

获取与所述量化矩阵的第 I 个分量值相关的码序列;

根据所述码序列,解码得到取整数值的差分值;  
将所述量化矩阵的第 I-1 个分量值加上所述差分值再加上 256;  
将相加结果除以 256 来求得余数,并将与所述余数相等的值作为所述第 I 个分量值进行解码。

## 图像编码方法和设备、图像解码方法和设备

[0001] 本申请是申请日为 2005 年 1 月 19 日、申请号为 200580002801.0、题目为“图像编码方法和设备、图像解码方法和设备及其程序”的中国专利申请的分案申请。

### 技术领域

[0002] 本发明涉及一种有效地压缩运动图像的图像编码方法、正确解码这种已压缩运动图像的图像解码方法、以及图像编码设备、图像解码设备及其程序。

### 背景技术

[0003] 在综合地处理音频、视频和其它像素值的多媒体时代, 现有信息媒体, 即报纸、杂志、电视、收音机和电话以及其它借以向人们传达信息的装置, 最近已被列入多媒体范围内。一般, 多媒体指的是, 通过不仅使字符而且使图形、音频、尤其是图像等相互关联来表示的某种事物。然而, 为了将上述现有信息媒体列入多媒体范围内, 显然, 先决条件是以数字形式来表示这种信息。

[0004] 然而, 当计算上述每一种信息媒体中所包含的信息量来作为数字信息量时, 在字符的情况下, 每字符的信息量是 1-2 字节, 在音频 (电话质量) 的情况下, 所需的信息量是每秒 64 千位, 并且在运动图像 (目前电视接收质量) 的情况下, 所需的信息量是每秒 100 兆位。因此, 上述信息媒体以数字形式来照原样处理这样海量的信息是不现实的。例如, 虽然已经利用提供每秒 64 千位至每秒 1.5 兆位传输速度的综合业务数字网 (ISDN) 将视频电话投入了实际使用, 但是直接通过 ISDN 来传输电视和相机视频是不实际的。

[0005] 对于这种情况, 需要信息压缩技术, 例如把遵照国际电信联盟电信标准化部门 (ITU-T) 所建议的 H. 261 和 H. 263 标准的运动图像压缩技术用于视频电话。而且, 根据遵照运动图像专家组 1 (MPEG-1) 标准的信息压缩技术, 有可能将图像信息和声音信息一起存储在普通音乐光盘 (CD) 中。

[0006] 在此, 运动图像专家组 (MPEG) 是一种由国际标准化组织 / 国际电工技术委员会 (ISO/IEC) 标准化的运动图像信号压缩国际标准, 并且 MPEG-1 是一种用于将电视信号信息近似压缩到百分之一, 使得能够以每秒 1.5 兆位的速率来传输运动图像信号的标准。此外, 因为 MPEG-1 标准所实现的传输速度是大约每秒 1.5 兆位的中等质量速度, 所以以满足更高质量图像要求为目的而标准化的 MPEG-2 允许在质量上等效于电视广播的数据传输, 借此以每秒 2 至 15 兆位的速率来传输运动图像信号。而且, 促进 MPEG-1 和 MPEG-2 标准化的工作组 (ISO/IEC/JTC1/SC29/WG11) 对 MPEG-4 进行了标准化。MPEG-4 提供了比 MPEG-1 和 MPEG-2 更高的压缩比, 并使基于对象的编码 / 解码 / 操作成为可能, MPEG-4 能够提供多媒体时代所需的新功能。在标准化开始阶段, MPEG-4 旨在提供低比特率编码方法, 但是它已被扩展为一种支持处理隔行扫描图像以及高比特率编码的更一般编码的标准。当前, ISO/IEC 和 ITU-T 已共同努力对 MPEG-4AVC (高级视频编码) 和 ITU-T H. 264 进行标准化, 以作为提供更高压缩比的下一代图像编码方法。自 2002 年 8 月起, 为下一代图像编码方法而发布了委员会草案 (CD)。

[0007] 一般,在运动图像编码中,通过减小时间和空间方向上的冗余来压缩信息量。因此,在旨在减小时间冗余的帧间图像(inter-picture)预测编码中,参考前向或后向图像,基于逐块来执行预测图像的运动估计和产生,然后对所获得的预测图像和当前要编码的图像之间的差值进行编码。在此,“图像”是表示一幅图像的术语。在逐行扫描图像的情况下,“图像”表示帧,而在隔行扫描图像的情况下,“图像”表示帧或场。在此,“隔行扫描图像”是在捕获时间上分开的两场组成的帧图像。在隔行扫描图像编码和解码中,有可能将一帧照原样处理为帧,将一帧处理为两场,或者将一帧处理为帧内基于每块的帧结构或场结构。

[0008] 不参考任何图像,利用帧内图像(intra-picture)预测进行编码的图像将被称为I图像。只参考一幅图像,利用帧间图像预测进行编码的图像将被称为P图像。而且,同时参考两幅图像,利用帧间图像预测进行编码的图像将被称为B图像。B图像有可能指的是,可以按显示次序由前向/后向图像任意组合的两幅图像。可以为用作基本编码/解码单元的每个块确定参考图像(即参考图像)。将通过把要在编码位流中先描述的参考图像称为第一参考图像,并把要在编码位流中后描述的参考图像称为第二参考图像,来区分这种参考图像。注意,作为对这些类型图像进行编码和解码的条件,用于参考的图像必须已经被编码和解码。

[0009] 利用运动补偿帧间图像预测来对P图像和B图像编码。利用运动补偿帧间图像预测的编码是一种在帧间图像预测编码中使用运动补偿的编码方法。和仅仅根据参考图像中的像素值执行预测的方法不同,运动补偿是一种能够通过估计图像中每一部分的运动量(以下称为“运动矢量”),并进一步考虑这种运动量来执行预测,来提高预测精度及减少数据量的技术。例如,有可能通过估计当前要编码的图像的运动矢量,然后对通过仅仅使各个运动矢量的量偏移而获得的预测值与当前要编码的图像之间的预测残差进行编码,来进行运动补偿,由此减少数据量。在该技术中,也以编码形式记录或发送运动矢量,因为在解码时需要运动矢量信息。

[0010] 基于每个宏块来估计运动矢量。更具体地说,应该预先在当前要编码的图像中固定宏块,以便通过在参考图像中的搜索区域内寻找这种固定宏块的最相似参考块的位置,来估计运动矢量。

[0011] 图1所示为位流示例数据结构图。如图1所示,位流具有如下的分层结构。位流(流)由多个图像组(GOP)组成。通过利用GOP作为基本编码单元,有可能编辑运动图像以及进行随机访问。每个GOP由多幅图像组成,每幅图像是I图像、P图像和B图像之一。每幅图像进一步由多个片组成。作为每幅图像内条形区的每个片由多个宏块组成。而且,每个流、GOP、图像和片都包括用于指示每个单元终点的同步信号(sync)、以及作为所述每个单元所共有的数据的头(头)。

[0012] 注意,当不是在作为流序列的位流中而是在作为块单元(piecemeal unit)的分组等中传输数据时,可以分开传送头和除头以外的数据部分。在这种情况下,不应将头和数据部分并入相同位流中,如图1所示。然而,在分组的情况下,即使不连续传输头和数据部分,也只是在另一分组中传送与数据部分相对应的头。因此,即使当头和数据部分未被并入相同位流中,参考图1所描述的编码位流的概念也适用于分组。

[0013] 一般来讲,人眼视觉感觉对低频分量的敏感度高于对高频分量的敏感度。此外,因为图像信号中低频分量的能量大于高频分量能量,所以按从低频分量到高频分量的顺序来

执行图像编码。结果,低频分量编码所需的位数大于高频分量编码所需的位数。

[0014] 鉴于以上几点,当对通过正交变换而获得的各频率的变换系数进行量化时,现有编码方法为高频分量使用的量化步长大于为低频分量使用的量化步长。该技术使常规编码方法有可能在从观众的观点来看图像质量出现小损失的情况下,实现压缩比的大大增加。

[0015] 同时,因为关于低频分量的高频分量量化步长大小取决于图像信号,所以按照惯例使用一种基于逐幅图像来改变各频率分量量化步长大小的技术。利用量化矩阵来导出各频率分量的量化步长。图2示出了量化矩阵的例子。在该图中,左上分量为直流(DC)分量,而向右分量是水平高频分量,向下分量是垂直高频分量。图2中的量化矩阵也指示,较大的量化步长应用于较大值。通常,有可能为每幅图像使用不同的量化矩阵。指示每个频率分量量化步长大小的值是固定长度编码的。注意,通常量化矩阵的每个分量和每个量化步长的值彼此近似成比例,但是不必固守这种关系,只要它们之间的对应被清楚地定义。

[0016] 然而,这种常规方法的问题在于,由于量化矩阵各频率分量的值都集中在某一范围内而简单执行固定长编码,降低了编码效率。

## 发明内容

[0017] 本发明的目的是提供一种能够提高量化矩阵编码效率的图像编码方法、图像解码方法、图像编码设备、图像解码设备及程序。

[0018] 为了实现以上目的,根据本发明的图像编码方法是一种通过正交变换和量化逐块对图像进行编码并对用于推导正交变换系数频率的量化步长的量化矩阵进行编码的图像编码方法,所述方法包括:计算量化矩阵中所包括的每个频率分量和与所述每个频率分量相对应的预定值之间的差值;以及将所述差值编码为可变长度码,其中当所述差值越小时,所述可变长度码的码长就越短,或者等于所述差值的邻近差值的码长。在此,所述预定值可以是最经常出现的高频分量值,或指示频率分量平均值的常数,或预先为每个频率分量确定的值。

[0019] 利用以上结构,因为每个频率分量和预定值之间的差值被计算,所以所得差值小于频率分量,并且因为不是对频率分量自己而是对差值进行编码,所以有可能缩短每个可变长度码的码长,由此提高编码效率。

[0020] 在此,预定值可以是与紧前面的差值相对应的频率分量值。

[0021] 利用以上结构,因为频率分量和前一频率分量之间通常存在相关,所以有可能每个差值都取更小的值,由此进一步提高编码效率。

[0022] 在此,可以按照从量化矩阵中所包括的频率分量的低频分量到高频分量的顺序,来计算差值。

[0023] 利用以上结构,因为按从较低频率到较高频率的顺序来对频率分量进行编码,所有有可能每个频率分量和它的前一频率分量取相似值。因此,有可能每个差值以更加可靠的方式取更小值,由此进一步提高编码效率。

[0024] 在此,每个差值都可以被表示为2的k次幂(k为常数)的余数。

[0025] 利用以上结构,在把每个差值都表示为通过使每个差值除以2的k次幂( $k=8$ )而产生的余数的情况下,它们有可能取实际上能够用8位来表示的小值,由此进一步减少可变长度码的位数。

[0026] 在此,以上图像编码方法可以进一步包括:判断是否存在与量化矩阵后面部分相对应的连续差值 0;以及当判断存在连续差值 0 时,把直到顶部差值 0 的紧前面差值的差值编码为可变长度码,而不把连续差值 0 编码为可变长度码。

[0027] 在此,以上图像编码方法可以进一步包括:在顶部差值 0 的紧前面差值的可变长度码之后加上结束码。

[0028] 利用以上结构,在量化矩阵末尾存在具有相同值的连续频率分量的情况下,不是产生具有相同位串的多个可变长度码,而是只为这多个频率分量产生一个可变长度码。因此,有可能进一步提高编码效率。在该情况下,通过加上结束码,有可能提高图像解码设备所执行的解码的效率。

[0029] 此外,为了实现以上目的,根据本发明的图像解码方法是一种通过逆量化和逆正交变换逐块对编码图像进行解码,并对可变长度编码的量化矩阵进行解码的图像解码方法,所述方法包括:对量化矩阵进行可变长度解码,将其解码为与所述量化矩阵中所包括的每个频率分量相对应的差值;以及通过把差值加到与所述每个频率分量相对应的预定值上,来计算量化矩阵的每个频率分量,其中当差值越小时,差值的可变长度码的码长就越短,或者等于所述差值的邻近差值的码长。

[0030] 在此,预定值可以是通过紧前面的加法所计算的频率分量值。

[0031] 在此,可以按照从量化矩阵中所包括的频率分量的低频分量到高频分量的顺序,来执行加法。

[0032] 在此,每个频率分量都可以被表示为 2 的 k 次幂(k 为常数)的余数。

[0033] 利用以上结构,可以容易地对有可能借以通过以上编码方法提高编码效率的可变长度位串进行解码。

[0034] 在此,在从可变长度编码的量化矩阵中检测到结束码的情况下,和所述结束码的紧前面频率分量值相同的值可以被输出,作为随后的每一个频率分量的值。

[0035] 利用以上结构,在量化矩阵末尾存在具有相同值的连续频率分量的情况下,有可能只对一个可变长度码进行解码来获得所有这多个频率分量。而且,结束码使容易地判断量化矩阵末尾存在具有相同值的连续频率分量成为可能。

[0036] 注意,根据本发明的图像编码设备、图像解码设备和程序也具有和以上一样的构成和效果。

#### 附图说明

[0037] 由以下连同示出本发明的具体实施方式的附图一起考虑的说明,本发明的这些及其它目的、优点和特征将变得显而易见,其中:

[0038] 图 1 示出了位流的示例数据结构;

[0039] 图 2 示出了示例量化矩阵;

[0040] 图 3 示出了图像编码设备的结构框图;

[0041] 图 4 示出了 WM 编码单元的结构框图;

[0042] 图 5A 至 5D 的每一个示出了量化矩阵的编码顺序;

[0043] 图 6A 示出了量化矩阵分量值的具体例子;

[0044] 图 6B 示出了量化矩阵编码过程中的差值的具体例子;

- [0045] 图 6C 示出了,通过从频率分量计算差值以及对可变长度码进行编码的过程而产生的码的具体例子;
- [0046] 图 7 所示为 WM 编码单元所执行的编码处理流程图;
- [0047] 图 8A 示出了在差值为正的情况下,可变长度编码的具体例子;
- [0048] 图 8B 示出了在差值为有符号值的情况下,可变长度编码的具体例子;
- [0049] 图 8C 示出了可变长度编码的具体例子;
- [0050] 图 9A 示出了量化矩阵的频率分量排列;
- [0051] 图 9B 和 9C 示出了量化矩阵频率分量的每个编码数据在头中怎样排列;
- [0052] 图 10 示出了图像解码设备的结构框图;
- [0053] 图 11 示出了 WM 解码单元的结构框图;
- [0054] 图 12 示出了 WM 解码单元所执行的流程图;
- [0055] 图 13A 至 13C 示出了存储程序的记录介质,其中所述程序供计算机系统来实现根据以上实施方式的图像编码方法和图像解码方法;
- [0056] 图 14 所示为内容供应系统的总体配置框图;
- [0057] 图 15 所示为使用图像编码方法和图像解码方法的蜂窝电话的外视图;
- [0058] 图 16 所示为蜂窝电话的结构框图;以及
- [0059] 图 17 所示为数字广播系统的结构框图。

## 具体实施方式

[0060] (第一实施方式)

[0061] 参考图 3 至 17,来描述本发明第一实施方式。

[0062] 图 3 所示为,根据本发明第一实施方式的图像编码设备的结构框图。

[0063] 图像编码设备 1 是一种用于对输入图像信号  $V_{in}$  执行压缩编码并输出通过执行可变长编码等而被编码为位流的编码图像信号  $Str$  的设备。这种图像编码设备 1 包括:运动估计单元 ME、运动补偿单元 MC、减法单元 Sub、正交变换单元 T、量化单元 Q、逆量化单元 IQ、逆正交变换单元 IT、加法单元 Add、图像存储器 PicMem、开关 SW 以及可变长度编码单元 VLC。

[0064] 图像信号  $V_{in}$  被输入到减法单元 Sub 和运动估计单元 ME。减法单元 Sub 逐块计算输入图像信号  $V_{in}$  中的每幅图像和每幅预测图像之间的残差图像,并把所计算的残差图像输出到正交变换单元 T。正交变换单元 T 对残差图像执行正交变换,以便将其变换为频率系数,并把这些频率系数输出到量化单元 Q。

[0065] 量化单元 Q 利用通过参考量化矩阵 WM 而导出的量化步长,来对从减法单元 Sub 输入的每个块的频率系数进行量化,并把所得到的量化值  $Q_{coef}$  输出到可变长度编码单元 VLC。

[0066] 逆量化单元 IQ 利用通过参考量化矩阵 WM 而导出的量化步长,来对量化值  $Q_{coef}$  执行逆量化,以便将它们变换为频率系数,并把它们输出到逆正交变换单元 IT。逆正交变换单元 IT 对频率系数执行逆频率变换,以便将它们变换成残差图像,并把该残差图像输出到加法单元 Add。加法单元 Add 将每幅残差图像和从运动补偿单元 MC 输出的每幅预测图像相加,以便形成解码图像。当指示应该存储这种解码图像时,接通开关 SW,并且将要把这种解码图像存储到图像存储器 PicMem 中。

[0067] 同时,运动估计单元 ME 在收到基于宏块的图像信号  $V_{in}$  之后,从图像存储器 PicMem 中存储的解码图像中检测与该输入图像信号  $V_{in}$  最接近的图像区,并确定指示这种图像区位置的运动矢量 MV。对通过进一步分割宏块而获得的每个块执行运动矢量估计。当这样做时,有可能使用多幅图像作为参考图像。在此,因为可以把多幅图像用作参考图像,所以需要用于逐块地识别各参考图像的识别号(参考索引 Index)。参考索引与图像存储器 PicMem 中存储的每幅图像的图像号之间的关联使指定参考图像成为可能。

[0068] 运动补偿单元 MC 根据以上处理中所检测到的运动矢量和参考索引 Index,来从图像存储器 PicMem 中存储的解码图像中读取最佳图像,作为预测图像。

[0069] 可变长度编码单元 VLC 对量化矩阵 WM、量化值 Qcoef、参考索引 Index 和运动矢量 MV 的每一个执行可变长度编码,以便将它们输出为编码流 Str。为此,可变长度编码单元 VLC 包括第一编码单元和第二编码单元。第一编码单元(以下称为“WM 编码单元”)对每个量化矩阵 WM 执行可变长度编码,而第二编码单元对除量化矩阵以外的数据,即量化值 Qcoef、参考索引 Index 和运动矢量 MV 的每一个,执行可变长度编码。WM 编码单元计算每个量化矩阵中的每个频率分量和与这种频率分量相对应的预定值之间的差值,并把所计算的这种差值编码为可变长度码。差值越小,所得到的可变长度码的长度就变得越短,某些例外除外。

[0070] 图 4 所示为 WM 编码单元的结构框图。如该图所示,WM 编码单元包括:减法单元 41、W 缓冲器 42、偏移确定单元 43、加法单元 44、块缓冲器 45、数量确定单元 46、结束码保存单元 47、开关 48 和可变长度编码单元 49。

[0071] 减法单元 41 计算量化矩阵中每个频率分量和与这种频率分量相对应的预定值之间的差值。在此,预定值可以是最经常出现的高频分量值、或表示频率分量平均值的常数、或预先为每个频率分量确定的值。在该实施方式中,把与预先确定的差值相对应的频率分量值用作 预定值。在该情况下,减法单元 41 计算从外面输入的当前频率分量  $W[i]$  和 W 缓冲器 42 中保存的前一频率分量  $W[i-1]$  之间的差值。因为频率分量  $W[i]$  和前一频率分量  $W[i-1]$  之间通常存在相关,所以较后的差值变得较小。注意,“ $W[i]$ ”表示这是要按编码顺序编码第  $i$  频率分量。

[0072] 图 5A 至 5D 的每一个图都示出了要输入到减法单元 41 中的量化矩阵的频率分量示例顺序。这些顺序指示对要输入到减法单元 41 中的量化矩阵进行扫描的扫描顺序。在图像编码中,最经常对每个  $4 \times 4$  像素或每个  $8 \times 8$  像素执行正交变换。鉴于此,图 5A 和 5B 示出了  $4 \times 4$  像素的例子,且图 5C 和 5D 示出了  $8 \times 8$  像素的例子。因为根据图 8A、8B 和 8C 所示的模式之一,逐个地对量化矩阵中的每个频率分量进行编码,所以与是如图 5A 和 5C 所示那样从较低频分量到较高频分量执行编码,还是如图 5B 和 5D 所示那样仅仅按水平顺序执行编码无关,编码效率是没有差异的。

[0073] 图 6A 示出了输入到减法单元 41 中的量化矩阵的一些频率分量。该图中所示的  $W[0]$ 、 $W[1]$ 、 $W[2]$ 、 $W[3]$ ... 是按图 5B 所示的编码顺序。

[0074] W 缓冲器 42 是用于保存前一频率分量  $W[i-1]$  的缓冲器。在编码开始之前,W 缓冲器 42 保存最典型地用作 DC 分量的值,来作为初值  $W[-1]$ 。在本实施方式中,把 8 用作初值  $W[-1]$ 。注意,W 缓冲器 42 可以保存与每个频率分量相对应的预定值 K,而不是保存前一频率分量  $W[i-1]$ 。

[0075] 偏移确定单元 43 确定偏移值,该偏移值用于通过使从减法单元 41 输入的差值 ( $W[i]-W[i-1]$ ) 除以 2 的  $k$  次幂,来将该差值转换成余数,其中在该情况下  $k = 8$ 。更具体地说,偏移确定单元 43 输出  $-256$ 、 $0$  和  $256$  之一,使得将偏移值加到 ( $W[i]-W[i-1]$ ) 上的结果落入  $-128$  至  $127$  之间的值范围内。

[0076] 加法单元 44 通过把来自减法单元 41 的差值 ( $W[i]-W[i-1]$ ) 加到来自偏移确定单元 43 的偏移值上,来计算差值  $D[i]$ 。注意,“ $D[i]$ ”表示要按编码顺序编码的第  $i$  个差值。

[0077] 图 6B 示出了由加法单元 44 计算的差值  $D[i]$  的例子。在该图中,差值  $D[0]$ 、 $D[1]$ 、 $D[2]$ 、 $D[3]$ 、... 分别对应于图 6A 所示的频率分量  $W[0]$ 、 $W[1]$ 、 $W[2]$ 、 $W[3]$ 、...

[0078] 块缓冲器 45 是用于保存从加法单元 44 输入的、等效于一个量化矩阵所对应的一个块的差值  $D[i]$  的缓冲器。

[0079] 数量确定单元 46 对连续存在于扫描顺序末尾 (块末尾) 的差值  $0(W[i]-W[i-1] = 0)$  的数目进行计数,并控制开关 48,使得块缓冲器 45 中保存的  $D[0]$  至  $D[M]$  被输出。在此,  $D[M]$  是以上连续差值  $0$  的顶部差值  $0$  的前一差值。

[0080] 结束码保存单元 47 保存用于指示量化矩阵可变长度码结束的结束码。不能成为差值  $D[i]$  的任何值都可以用作结束码。

[0081] 开关 48 选择“块缓冲器输出”,使得块缓冲器 45 中保存的  $D[0]$  至  $D[M]$  被输出,然后开关 48 选择“结束码保存单元输出”,使得一个结束码从结束码保存单元 47 输出。换句话说,开关 48 输出以下:从和量化矩阵顶部频率分量相对应的差值  $D[0]$  开始直到存在于量化矩阵末尾的连续差值  $0$  的前一差值处的差值  $D[M]$  为止的差值;以及一个结束码。注意,在由数量确定单元 46 计数的连续差值  $0(W[i]-W[i-1] = 0)$  的数目等于  $0$  的情况下,开关 48 不输出结束码,其中连续差值存在于扫描顺序末尾 (块末尾)。

[0082] 可变长度编码单元 49 对通过开关 48 从块缓冲器 45 输入的差值以及结束码执行可变长度编码,使得当差值越小时,所得码长变得越短,或者等于邻近差值。

[0083] 图 6C 示出了由可变长度编码单元 49 利用图 8C 所示的码执行的编码而产生的码的具体例子。在该图中,  $W[0]$  至  $W[4]$  和  $D[0]$  至  $D[4]$  对应于图 6A 和 6B。可变长度编码单元 49 执行编码,使得例如当差值为  $0$  时码长变为  $1$  位,并且当差值为  $1$  时码长变为  $3$  位。如本例子所暗示的,当差值越小时,可变长度编码单元 49 所执行的可变长度编码就导致越短的码长。此外,从  $W[30]$  至  $W[63]$  的所有频率分量都取相同值  $64$ ,在该情况下它们的差值  $D[30]$  至  $D[63]$  都变为  $0$ 。在该情况下,不对这些差值  $D[30]$  至  $D[63]$  执行编码,并且对于  $D[30]$  的  $0$  差值,是对结束码,而不是对码“ $1$ ”执行可变长度编码。

[0084] 图 7 示出了 WM 编码单元为对量化矩阵进行编码而执行的详细编码处理的流程图。在该流程图中,“Num”表示量化矩阵中的频率分量数目 (例如  $16$ 、 $64$ ),而“ $i$ ”和“ $i$ ”表示用于从  $0$  计数到  $(\text{Num}-1)$  的变量。

[0085] 首先,WM 编码单元使 W 缓冲器 42 保存初值  $W[-1]$  (例如  $8$ ) (S71),通过如循环 1 (S72 至 S77) 所示的处理来计算量化矩阵每个频率分量的差值,并将所得到的差值存储到块缓冲器 45 中。然后,WM 编码单元通过如循环 2 (S78 至 S81) 所示的处理来对每个差值执行可变长度编码。

[0086] 在循环 1 中,减法单元 41 计算从外面输入的当前频率分量  $W[i]$  和 W 缓冲器 42 中保存的前一频率分量  $W[i-1]$  之间的差值  $D$  (S73)。偏移确定单元 43 确定偏移值,该偏移值

用于通过使从减法单元 41 输入的差值  $D$  除以 2 的  $k$  次幂来将该差值  $D$  转换成余数,其中在该情况下  $k = 8$  (S74)。例如,在  $D[i]$  取  $-256$  至  $+254$  的范围内的值的情况下,偏移确定单元 43 如下进行确定:当  $D$  为 128 或更大时,偏移值应该为  $-256$ ;当  $D$  小于  $-128$  时,偏移值应该为 256;以及当  $D$  取以上范围中的另一个值时,偏移值应该为 0。结果,通过把偏移值加到  $D$  (即  $D[i]$ ) 上而确定的值变成了  $-128$  至  $+127$  范围内的余数,其中不仅包括正值而且也包括负值。因为通过该处理使差值  $D[i]$  所取的值变得更小,因此通过利用图 8C 所示的码执行编码所获得的  $D[i]$  的可变长度码的长度就变得更短。

[0087] 加法单元 44 通过把来自减法单元 41 的差值  $D (= W[i]-W[i-1])$  加到来自偏移确定单元 43 的偏移值上,来计算差值  $D[i]$  (S75 和 S76)。

[0088] 在循环 2 中,数量确定单元 46 确定存在于  $D[i]$  列末尾的连续差值 0 的数目 (S79),并且对于直到作为这些连续差值 0 前一差值的差值  $D[M]$  的差值将开关 48 连接到“块缓冲器输出”,然后将开关 48 连接到“结束码保存单元输出”。

[0089] 可变长度编码单元 49 对通过开关 48 从块缓冲器 45 输入的差值  $D[i]$  以及通过开关 48 从结束码保存单元 47 输入的结束码进行编码 (S82)。在此,因为结束码可以取  $D[i]$  所不能取的任何值,所以在此 结束码为  $-W[M]$ ,即  $W[M] = 0$ 。这是因为,由于量化矩阵的频率分量是正值,所以可以把满足“ $W[M] = 0$ ”的值确定为结束码。

[0090] 图 8A 至 8C 的每个图都示出了由可变长度编码单元 49 执行的可变长度编码的例子。在这些例子中,使用了指数 Golomb 码。

[0091] 图 8A 示出了可变长度码的第一例子。该图示出了码字(码)与编码前的差值(值)之间的关系。该例子适用于差值可以取正值的情况。差值越大,它们的出现次数就越少,它们的码长就变得越长,而差值越小,它们的码字长度就变得越短。利用图 8A 所示的算术表达式,可以容易地执行从每个分量值到码字的转换。例如,当差值为 7 时,它被表示为  $7 = 4+3$  (2 的 2 次幂加上二进制数“11”)。该差值 7 的码字被表示为由“000 (三个 0)”、“1”和“11”组成的位串。图 8A 中的“ $N$ ”表示不超过每个差值的、最接近的 2 的幂。“ $X_0X_1X_2 \dots X_{N-1}$ ”表示这样一个位串,该位串指示由从每个差值减去最接近的 2 的幂而产生的值。

[0092] 图 8B 示出了可变长度编码的第二例子。在该图中,值列描述量化矩阵的频率分量  $W[i]$  (即预定值  $K$ + 差值)。该例子适用于量化矩阵的每个频率分量  $W[i]$  值最有可能取预定值  $K$  的情况。因为预定值  $K$  的出现次数高,所以当频率分量值为  $K$  时码长变得最短,而当频率分量值远离  $K$  时码长变得较长。例如,预定值  $K$  可以是  $W[i-1]$  或另一预定常数。

[0093] 图 8C 示出了可变长度码的第三例子。该图示出了码字(码)与编码前的差值(值)之间的关系。该例子适用于差值不仅可以取正值,而且也可以取负值的情况。当按图 5A 至 5D 之一所示的顺序对量化矩阵的每个分量进行编码时,邻近频率分量  $W[i-1]$  的值强烈相关。因而,通过按图 5A 至 5D 之一所示的顺序对先前编码的分量值  $W[i-1]$  与当前分量值  $W[i]$  之间的差值进行编码,使所得到的差值集中在 0 附近。因而,有可能通过将具有较短码长的码字分配给 0 附近的值,并将具有较长码长的码字分配给远离 0 的值,来进一步减少可变长度码的位数。

[0094] 图 9A 至 9C 示出了量化矩阵和被编码为流的量化矩阵数据结构。在图 9B 和 9C 中,“头”等效于图 1 所示的流 /GOP/ 图像的头。图 9A 示出了量化矩阵的频率分量排列。在该图中,“ $W_{i,j}$ ”表示第  $i$  行、第  $j$  列的量化矩阵分量。图 9B 和 9C 示出了,通过对量化矩阵每

个分量进行编码所获得的每个数据怎样在头中排列。“WeightingMatrix(加权矩阵)”代表通过对量化矩阵进行编码所获得的位流。图 9B 示出了通过按图 5C 所示顺序执行编码所获得的流,而图 9C 代表通过按图 5D 所示顺序执行编码所获得的流。注意,图 9B 和 9C 所示的流中的“ $W_i, j$ ”指示,这是与图 9A 所示  $W_i, j$  相对应的编码后可变长度码。

[0095] 如上所述,因为根据本实施方式的 WM 编码单元确定频率分量  $W[i]$  和预定值  $K$  之间的差值  $D[i]$ ,所以差值  $D[i]$  的取值小于频率分量  $W[i]$ 。此外,因为 WM 编码单元不对频率分量  $W[i]$  自己编码,而是对每个差值  $D[i]$  编码,所以有可能缩短每个可变长度码的码长,由此提高编码效率。

[0096] 而且,把前一频率分量  $W[i-1]$  用作预定值  $K$  使每个差值  $D[i]$  取更小的值成为可能,结果进一步提高了编码效率。这是因为,在每个频率分量  $W[i]$  和前一频率分量  $W[i-1]$  之间通常存在相关。

[0097] 而且,因为按从较低频率到较高频率的顺序对频率分量  $W[i]$  进行编码,所以极有可能每个频率分量  $W[i]$  和前一频率分量  $W[i-1]$  取相似值。因此,有可能每个差值  $D[i]$  以更加可靠的方式取更小值,结果进一步提高了编码效率。

[0098] 此外,在把每个差值  $D[i]$  表示为通过使每个差值除以 2 的  $k$  次幂 ( $k = 8$ ) 而产生的余数的情况下,它们有可能取实际上能够用 8 位来表示的小值,由此进一步减少可变长度码的位数。

[0099] 而且,在量化矩阵末尾存在具有相同值的连续频率分量的情况下,不是产生具有相同位串的多个可变长度码,而是不为这多个频率分量产生可变长度码。因此,有可能进一步提高编码效率。在该情况下,通过加上结束码,有可能提高图像解码设备所执行的解码的效率。

[0100] 图 10 所示为根据本发明第一实施方式的图像解码设备的结构框图。在该图中,以和图 3 所示图像编码设备中的单元同样的方式操作的单元被赋予相同的附图标记,并将省略对它们的说明。

[0101] 可变长度解码单元 VLD 将编码流 Str 解码为量化矩阵 WM、量化值 Qcoef、参考索引 Index 和运动矢量 MV。为此,可变长度解码单元 VLD 包括第一解码单元和第二解码单元。第一解码单元(以下称为“WM 解码单元”)对每个编码的量化矩阵 WM 执行可变长度解码,而第二解码单元对除编码量化矩阵 WM 以外的信息,即编码量化值 Qcoef、参考索引 Index 和运动矢量 MV 的每一个,执行可变长度解码。WM 解码单元通过将可变长度编码的量化矩阵可变长度解码为各频率分量的差值,然后将所得到的每个差值加到与其频率分量相对应的预定值上,来确定每个量化矩阵的频率分量。

[0102] 通过图像存储器 PicMem、运动补偿单元 MC 和逆量化单元 IQ,来对量化矩阵 QM、量化值 Qcoef、参考索引 Index 和运动矢量 MV 的每一个执行解码。以上已经参考图 3 所示图像编码设备的框图描述了该解码。

[0103] 图 11 所示为 WM 解码单元的结构框图。如该图所示,WM 解码单元包括:可变长度解码单元 51、加法单元 52、余数计算单元 53、开关 54、W 缓冲器 55、开关 56 和结束系数判断单元 57。

[0104] 可变长度解码单元 51 将每一个可变长度编码的频率分量的可变长度码解码为差值  $D[i]$ 。

[0105] 加法单元 52 把来自可变长度解码单元 51 的差值  $D[i]$  加到来自 W 缓冲器 55 的前一频率分量  $W[i-1]$  值上。

[0106] 余数计算单元 53 通过把减法单元 52 的每个加法结果加到 2 的 k 次幂上、然后使所得到的值除以 2 的 k 次幂以计算余数, 来确定每个频率分量  $W[i]$ 。更具体地说, 余数计算单元 53 执行  $(D[i]+W[i-1]+256) \% 256$ 。在此, “%” 表示确定通过使所得到的值除以 256 而获得的余数的操作。

[0107] 当余数计算单元 53 不输出结束码时开关 54 接通, 并且在输出结束码之后开关 54 断开。

[0108] W 缓冲器 55 保存通过开关 54 从余数计算单元 53 输入的频率分量  $W[i]$ , 并在下一循环中将其输出到加法单元 52 作为频率分量  $W[i-1]$ 。W 缓冲器 55 还保存  $W[i-1]$  (例如 8) 作为初值。

[0109] 当余数计算单元 53 不输出结束码时, 开关 56 保持选择通过开关 54 从余数计算单元 53 输入的频率分量  $W[i]$ , 而在输出结束码之后, 开关 56 选择 W 缓冲器 55。

[0110] 结束系数判断单元 57 判断余数计算单元 53 是否输出了结束码, 并且根据该判断来控制开关 54 和开关 56。

[0111] 如上所述, 有可能对和所有频率分量相对应的  $W[i]$  解码。注意, 即使当没有检测到结束码时, 在数量上等效于块中所包括的所有频率分量数量的差值  $D[i]$  的解码都完成的时候, 也结束量化矩阵的解码。

[0112] 图 12 所示为 WM 解码单元所执行的流程图。在该流程图中, “Num” 表示量化矩阵中的频率分量数量 (例如 16、64), 而 “i” 表示用于从 0 计数到 (Num-1) 的变量, 并且 “j” 表示用于从 “i” 计数到 (Num-1) 的变量。如图 12 所示, WM 解码单元首先使 W 缓冲器 55 保存初值  $W[i-1]$  (S121), 通过如循环 1 (S122 至 S127) 所示的处理来执行可变长度解码并输出所得到的码, 并且在检测到结束码之后, 通过如循环 2 (S128 至 S130) 所示的处理来输出具有相同值的连续频率系数。

[0113] 在循环 1 中, 可变长度解码单元 51 将所输入的可变长度码解码为差值  $D[i]$  (S123)。然后, 加法单元 52 把来自可变长度解码单元 51 的差值加到来自 W 缓冲器 55 的前一频率分量上, 并且余数计算单元 53 执行计算, 使得余数 W 满足以下 (S124):  $W = (D[i]+W[i-1]+256) \% 256$ 。结束系数判断单元 57 判断该余数 W 是否为结束码 (在此, 判断余数 W 是正数还是负数) (S125)。当结束系数判断单元 57 判断余数 W 不是结束码时, 该余数 W 通过开关从余数计算单元 53 被输出, 作为频率分量  $W[i-1]$ , 同时通过开关 54 被存储到 W 缓冲器 55 中 (S126)。同时, 当结束系数判断单元 57 判断余数 W 是结束码时, 则执行循环 2 的处理。

[0114] 在循环 2 中, 当量化矩阵末尾存在具有相同值的连续频率分量时, 频率分量  $W[i-1]$  连续被输出, 作为频率分量  $W[i]$ 。更具体地说, W 缓冲器 55 中所保存的频率分量  $W[i-1]$  通过开关 56 被输出到  $W[Num-1]$ , 作为随后频率分量  $W[i]$  (S129)。

[0115] 如上所述, 根据本实施方式的 WM 解码单元对由 WM 编码单元进行差分编码的可变长度码进行正确解码。此外, 当量化矩阵末尾存在具有相同值的连续频率分量时, WM 解码单元只需对一个可变长度码进行解码、来获得所有这多个频率分量。在该情况下, 结束码使容易地判断量化矩阵末尾存在具有相同值的连续频率分量成为可能。

[0116] 此外,如果把用于实现如上述实施方式所示的图像编码方法和图像解码方法的程序记录在诸如软盘的记录介质上,则有可能容易在独立计算机系统中执行以上实施方式中给出的处理。

[0117] 图 13A、图 13B 和 13C 示出了存储用于实现根据上述实施方式的图像编码方法和图像解码方法的程序的记录介质。

[0118] 图 13B 示出了从前面看的软盘外观、软盘横截面示意图及软盘自身,而图 13A 示出了作为记录介质自身的软盘的示例物理格式。软盘 FD 被容纳在外壳 F 中,并且多个磁道 Tr 在径向从外到内同心地形成在软盘 FD 的表面上,其中每个磁道在角方向上被分成 16 个扇区 Se。因此,在存储上述程序的软盘中,象这种程序的图像编码方法和图像解码方法被记录在软盘 FD 上为它分配的区中。

[0119] 同时,图 13C 示出了为把程序记录在软盘 FD 上以及从软盘 FD 读出程序所需的结构。当要把用于实现以上图像编码方法和图像解码方法的程序记录到软盘 FD 上时,应该利用计算机系统 Cs,通过软盘驱动器 FDD 来写入这种程序。同时,当要通过软盘 FD 上的程序来在计算机系统 Cs 中构造图像编码方法和图像解码方法时,应该通过软盘驱动器 FDD 从软盘 FD 读出程序,然后将程序传送给计算机系统 Cs。

[0120] 在记录介质是软盘的假定之下给出了以上说明,但是也可以使用光盘。另外,记录介质不限于此,并且也可以使用能够记录程序的其它任何介质,如集成电路(IC)卡和只读存储器(ROM)盒式磁带。

[0121] 以下描述如以上实施方式所示的图像编码方法和图像解码方法的应用例子以及使用该图像编码方法和图像解码方法的系统。

[0122] 图 14 所示为实现内容分发服务的内容供应系统 ex100 的总配置框图。用于提供通信服务的区被分成具有期望大小的小区,并且作为固定无线电台的基站 ex107 ~ ex110 位于相应小区中。

[0123] 在该内容供应系统 ex100 中,设备如计算机 ex111、个人数字助理(PDA) ex112、照相机 ex113、蜂窝电话 ex114、配备有照相机的蜂窝电话 ex115,分别通过因特网服务供应商 ex102、电话网 ex104 和基站 ex107 ~ ex110 连接到因特网 ex101。

[0124] 然而,内容供应系统 ex100 不限于如图 14 所示的组合,并且可以连接到它们中任一设备的组合。而且,每个设备可以不通过作为固定无线电台的基站 ex107 ~ ex110 而直接连接到电话网 ex104。

[0125] 照相机 ex113 是一种诸如能够拍摄运动图像的数字摄像机的设备。蜂窝电话可以是个人数字通信(PDC)系统、码分多址(CDMA)系统、宽带码分多址(W-CDMA)系统或全球移动通信系统(GSM)、个人手持电话系统(PHS)等的蜂窝电话,并且可以是它们中的任何一种。

[0126] 此外,流式传输服务器(streaming server) ex113 通过基站 ex109 和电话网 ex104 连接到照相机 ex113,这使得能够根据发自用户的编码数据,利用照相机 ex113 来进行实况播送分发等。能够进行数据发送处理的照相机 ex113 或服务器等可以对拍摄的数据进行编码。而且,可以通过计算机 ex111、把通过照相机 ex116 拍摄的运动图像数据发送给流式传输服务器 ex103。照相机 ex116 是一种诸如能够拍摄静态图像或运动图像的数码相机的设备。在该情况下,照相机 ex116 或计算机 ex111 可以对运动图像数据进行编码。在该情况

下,计算机 ex111 或照相机 ex116 中所包括的大规模集成电路 (LSI)ex117 执行编码处理。注意,可以把用于编码和解码的软件包括在作为计算机 ex111 等可读的记录介质的某种类型存储介质 (如只读光盘、软盘和硬盘) 中。此外,配备有照相机的蜂窝电话 ex115 可以发送运动图像数据。该运动图像数据是被蜂窝电话 ex115 中包括的 LSI 编码了的数据。

[0127] 在该内容供应系统 ex100 中,用和上述实施方式一样的方式,来对用户利用照相机 ex113、照相机 ex116 等拍摄的内容 (例如音乐实况播送视频) 进行编码,并将其发送给流式传输服务器 ex103,并且一旦客户请求,流式传输服务器 ex103 就以流的方式将内容数据分发给客户。在此,客户包括能够对以上编码数据进行解码的计算机 ex111、PDA ex112、照相机 ex113、蜂窝电话 ex114 等。具有以上配置的内容供应系统 ex100 是一种使客户能够接收和再现编码数据,并通过允许客户实时接收、解码和再现数据来实现个人广播的系统。

[0128] 可以把以上实施方式中提出的图像编码设备和图像解码设备,用于要在构成以上系统的每个设备中执行的编码和解码。

[0129] 给出蜂窝电话的说明作为例子。

[0130] 图 15 示出了使用以上实施方式中所说明的图像编码方法和图像解码方法的蜂窝电话 ex115。蜂窝电话 ex115 具有:天线 ex201,用于发送无线电波给基站 ex110/从基站 ex110 接收无线电波;照相机单元 ex203,如能够拍摄视频和静态图像的电荷耦合器件 (CCD) 相机;显示单元 ex202,如液晶显示器,用于显示通过对照相机单元 ex203 所拍摄的视频等以及天线 ex201 所接收的视频等进行解码而获得的数据;主体,该主体配备有一组操作键 ex204;语音输出单元 ex208,如扬声器,用于输出语音;语音输入单元 ex205,如麦克风,用于输入语音;记录介质 ex207,用于存储编码数据或解码数据,如照相机所拍摄的运动图像或静态图像数据、所收到的电子邮件数据以及运动图像数据或静态图像数据;以及插槽单元 ex206,用于使能将记录介质 ex207 附加到蜂窝电话 ex115 上。记录介质 ex207 被具体实施为一种放在在诸如安全数字存储卡 (SD 卡) 的塑料盒中的快速存储元件,该快速存储元件是一种作为电可擦除可重写非易失性存储器的电可擦除可编程只读存储器 (EEPROM)。

[0131] 接着,参考图 16 来描述蜂窝电话 ex115。在蜂窝电话 ex115 中,用以下方式来配置用于集中控制显示单元 ex202 和具有操作键 ex204 的主体的每个单元的主控制单元 ex311:其中电源电路单元 ex310、操作输入控制单元 ex304、图像编码单元 ex312、相机接口单元 ex303、液晶显示器 (LCD) 控制单元 ex302、图像解码单元 ex309、复用/解复用单元 ex308、记录/再现单元 ex307、调制解调器电路单元 ex306 和语音处理单元 ex305 通过同步总线 ex313 互连。

[0132] 当通过用户操作导通了呼叫结束键 (call-end key) 或电源键时,电源电路单元 ex310 从电池组向每个单元供电,并且激活配备有相机 的数字蜂窝电话 ex115,使它进入就绪状态。

[0133] 在蜂窝电话 ex115 中,语音处理单元 ex305 在由中央处理器 (CPU)、只读存储器 (ROM) 和随机存储器 (RAM) 等组成的主控制单元 ex311 的控制下,把语音输入单元 ex205 在会话模式下收到的语音信号转换成数字语音数据,调制解调器电路单元 ex306 对该数字语音数据执行扩展频谱处理,并且发送/接收电路单元 ex301 对该数据执行数模转换处理和频率变换处理,以便通过天线 ex201 发送所得结果。而且,在蜂窝电话 ex115 中,由天线

ex201 在会话模式下收到的数据被放大、并被执行频率变换处理和模数转换处理,调制解调器电路单元 ex306 对所得结果执行逆扩展频谱处理,并且语音处理单元 ex305 将其转换成模拟语音数据,以便通过语音输出单元 ex208 输出该模拟语音数据。

[0134] 此外,当在数据通信模式下发送电子邮件时,通过操作输入控制单元 ex304,来把通过操作主体上的操作键 ex204 而输入的电子邮件文本数据发送到主控制单元 ex311。在主控制单元 ex311 中,在调制解调器电路单元 ex306 对文本数据执行扩展频谱处理并且发送/接收电路单元 ex301 对该文本数据执行数模转换处理和频率变换处理之后,所得结果通过天线 ex201 被发送给基站 ex201。

[0135] 当在数据通信模式下发送图像数据时,由照相机单元 ex203 拍摄的图像数据通过相机接口单元 ex303 被提供给图像编码单元 ex312。当不发送图像数据时,也有可能通过相机接口单元 ex303 和 LCD 控制单元 ex302 将照相机单元 ex203 所拍摄的这种图像数据直接显示在显示单元 ex202 上。

[0136] 包括根据本发明的图像编码设备的图像编码单元 ex312,利用以上实施方式中提出的图像编码设备所使用的编码方法来对来自于照相机单元 ex203 的图像数据执行压缩编码,以便将其转换成编码图像数据,并将其发送给复用/解复用单元 ex308。此时,当照相机单元 ex203 正在拍摄时,蜂窝电话 ex115 通过语音处理单元 ex305 将语音输入单元 ex205 所收到的语音发送给复用/解复用单元 ex308,作为数字语音数据。

[0137] 复用/解复用单元 ex308 利用预定方法,来对来自于图像编码单元 ex312 的编码图像数据和来自于语音处理单元 ex305 的语音数据进行复用,调制解调器电路单元 ex306 对所得复用数据执行扩展频谱处理,并且发送/接收电路单元 ex301 对所得结果执行数模转换处理和频率变换处理,以便通过天线 ex201 发送处理后数据。

[0138] 当在数据通信模式下接收链接到网页等上的运动图像文件数据时,调制解调器电路单元 ex306 对通过天线 ex201 从基站 ex110 收到的接收信号执行逆扩展频谱处理,并将所得复用数据发送给复用/解复用单元 ex308。

[0139] 为了对通过天线 ex201 收到的复用数据解码,复用/解复用单元 ex308 将复用数据分成图像数据编码位流和语音数据编码位流,并通过同步总线 ex313 将这种编码图像数据提供给图像解码单元 ex309,将这种语音数据提供给语音处理单元 ex305。

[0140] 接着,包括根据本发明的图像解码设备的图像解码单元 ex309,利用与上述实施方式所示的编码方法配对的解码方法来对图像数据编码位流进行解码,以便产生用于再现的运动图像数据,并通过 LCD 控制单元 ex302 将这种数据提供给显示单元 ex202。因此,例如链接到网页上的运动图像文件中所包括的运动图像数据就被显示。同时,语音处理单元 ex305 将语音数据转换成模拟语音信号,然后将其提供给语音输出单元 ex208。因此,例如链接到网页上的运动图像文件中所包括的语音数据就被再现。

[0141] 注意,上述系统不是唯一例子,针对卫星/地面数字广播已成为最近讨论主题的情况,因此至少可以把以上实施方式的图像编码设备或图像解码设备集成到如图 17 所示的数字广播系统中。更具体地说,在广播电台 ex409,通过无线电波将视频信息编码位流发送给卫星 ex410,以便通信或广播。一旦收到该视频信息编码位流,广播卫星 ex410 就发射无线电波以便广播,配备有卫星广播接收设施的房屋的天线 ex406 接收这种无线电波,并且诸如电视机(接收器)ex401 和机顶盒(STP)ex407 的设备对该编码位流进行解码,并再

现解码后数据。可以在再现设备 ex403 中实现如以上实施方式所示的图像解码设备,以便读取并解码作为记录介质如 CD 和数字通用光盘 (DVD) 的存储介质 ex402 上所记录的编码位流。在该情况下,再现的视频信号被显示在监视器 ex404 上。也可以想象在连接到有线电视用电线 ex405 或卫星/地面广播用天线 ex406 的机顶盒 ex407 中,实现图像解码设备,以便在电视监视器 ex408 上再现视频信号。在该情况下,可以把图像解码设备包括到电视机中,而不是机顶盒中。或者,具有天线 ex411 的汽车 ex412 可以从卫星 ex410、基站 ex107 等接收信号,以便在显示设备如汽车 ex412 上安装的汽车导航系统 ex413 上再现运动图像。

[0142] 此外,也有可能通过以上实施方式中提出的图像编码方法来对图像信号编码,并将所得结果记录在记录介质中。这些例子包括:用于把图像信号记录在 DVD 盘 ex421 上的 DVD 记录器;以及用于把图像信号记录在硬盘上的记录器 ex420,如盘记录器。而且,也可以包括图像信号记录在 SD 卡 ex422 中。如果记录器 ex420 配备有以上实施方式中提出的图像解码设备,则有可能再现 DVD 盘 ex421 上或 SD 卡 ex422 中记录的图像信号,并将其显示在监视器 ex408 上。

[0143] 作为汽车导航系统 ex413 的配置,可以想象图 16 所示配置中没有照相机单元 ex203 和相机接口单元 ex303 的配置。上述情况也适用于 ex111、电视机(接收器)ex401 等。

[0144] 关于诸如蜂窝电话 ex114 的终端,可能的实现形式包括:具有编码器和解码器两者的发送/接收终端、以及只有编码器的发送终端和只有解码器的接收终端。

[0145] 注意,可以把图 3、4、10 和 11 所示框图中的每个功能块实现为作为集成电路设备的 LSI。可以以一个或多个芯片的形式来集成这种 LSI(例如可以把除存储器以外的功能块集成到单个芯片)。在此,取 LSI 作为例子,但是取决于集成度,可以将它称为“集成电路(IC)”、“系统 LSI”、“超级 LSI”和“ultra LSI”。

[0146] 集成电路集成方法不限于 LSI,而可以用专用线或一般处理器来实现。在制造 LSI 之后,可以利用可编程的现场可编程门阵列 (FPGA)、或能够为 LSI 中的电路单元重新配置连接和设置的可重新配置处理器。

[0147] 此外,随着由于半导体技术或不同于半导体技术的另一种技术的进展而代替 LSI 的集成电路集成技术的到来,可以利用新出现的技术来实施功能块的集成。可以引用生物技术作为例子之一。

[0148] 在功能块中,只有用于存储数据的单元可以在不以芯片形式进行集成的情况下,被单独构造为本实施方式中所述的存储介质 115。

[0149] 注意,可以通过处理器或程序,来实现图 3、4、10 和 11 所示功能块或图 7 和 12 所示流程图的主要部分。

[0150] 如上所述,有可能在任一上述设备或系统中使用以上实施方式中提出的图像编码方法和图像解码方法。因此,有可能获得上述实施方式中描述的效果。

[0151] (第二实施方式)

[0152] 以下描述本发明第二实施方式。

[0153] 本发明旨在,使能在包含帧内预测的视频编码系统中实施和表示矩阵的量化,并且尤其旨在生成一系列适于有符号 Exp-Golomb 码的周期差值。

[0154] 先有技术知道用于视频编码的量化矩阵以及 Exp-Golomb 码的适用性。在视频压

缩中,也用具有关联句法的分层语法结构来表示视频码,并且使用有损和无损或可变长度编码。变换域量化也是众所周知的,并且也被使用。

[0155] 本发明描述一种利用量化加权矩阵来表示、实施和能够进行视频压缩的方法和程序,并致力于以下特征:

[0156] 1. 使得能在包含帧内预测的视频编码系统中实施和表示量化矩阵。

[0157] 2. 定义和实施能够通过基于整数的无除法计算来实现的量化加权矩阵。

[0158] 3. 使能用高效周期差分码和 Exp-Golomb 码来对量化矩阵进行编码。

[0159] 4. 支持以下量化矩阵表示,该量化矩阵表示允许在解码器端导出冗余加权值、而不是通过通信传输数据传送冗余加权值。

[0160] 0. 量化矩阵差分编码介绍

[0161] 为了对量化矩阵项进行编码,首先将矩阵项映射为一维序列。映射使用如 MPEG-4 第 10 部分所描述的之字形图案(类似于 MPEG-2 和 MPEG-4 第 2 部分中所定义的)。图 5A 或 5B 给出了之字形图案例子。转换后的一维序列对于  $8 \times 8$  量化矩阵具有 64 个元素,对于  $4 \times 4$  量化矩阵具有 16 个元素。对于定义的量化矩阵,元素是从 1 到 255 范围内的正整数,包括 1 和 255。

[0162] 在当前差分编码中,除了使序列中的第一元素减去 8 以外(因为第一元素的值是 DC 的权并且通常在 8 附近),我们通过使一维序列元素减去前一元素的值来产生差分码。然后,进一步利用 Exp-Golomb 码来对差分码进一步编码,如 MPEG-4 第 10 部分所述。(ISO/IEC JTC1/SC29 WG11, 14496-10)

[0163] 当前的量化矩阵差分编码方法有以下两个问题:

[0164] 1. Q 矩阵的当前值和前一值之差无论如何都可以具有  $[-254, +254]$  范围内的值。该范围的扩展使利用 Exp-Golomb 的可变长度编码变得效率低。

[0165] 2. 当利用“截断”方法来限制要编码的矩阵值的数量时,必须合理地确定指示数据序列结束的特殊值的大小。否则,它可能使截断方法不适当。

[0166] 这里的解决方法是生成一系列周期差值,使得差值范围都在  $[-128, +128]$  范围内,由此使它更适于有符号 Exp-Golomb 码。当使用“截断”方法时,这也减轻了指示码序列结束的问题。

[0167] 进一步针对利用“截断”方法来指示码序列结束的适当机制,我们在此进行改进,使得要为指示结束而发送的位数等于或小于 9 位。这可以利用多个序列终止信号来实现。这应该可用于 64 位码长的码序列,并且甚至也可用于 16 位码长。

[0168] 1. 周期差分编码的逆过程

[0169] 过程的输入为差分码  $D[i]$ 。

[0170] 过程的输出为,沿之字形路线采样的量化矩阵值序列  $W[i]$ 。

[0171] 对输入  $W[i]$  执行以下操作。

[0172] 定义:对于  $4 \times 4$  块,  $M = 16$ ; 对于  $8 \times 8$  块,  $M = 64$

[0173] 定义:对于  $4 \times 4$  矩阵,  $M = 16$ ; 或者对于  $8 \times 8$  矩阵,  $M = 64$

[0174]  $W[0] = (D[0] + 8 + 256) \% 256$

[0175]  $k = 0$ ;

[0176] for( $i = 1$ ; ( $i < M$ ) && ( $W[i-1] + D[i] + 256$ )  $\% 256 > 0$ ;  $i++$ )

```
[0177] {
[0178]     W[i] = (W[i-1]+D[i]+256) % 256
[0179] }
[0180] for(j = i ;j < M ;j++) {
[0181]     W[j] = W[i-1]
[0182] }
[0183] 2. 差分码产生过程
[0184] 过程的输入为,沿之字形路线采样的量化矩阵值序列 W[i]。
[0185] 过程的输出为,由 W[i] 产生的差分码 D[i]。
[0186] 对输入 W[i] 执行以下操作。
[0187] 定义:对于 4×4 矩阵, M = 16 ;或者对于 8×8 矩阵, M = 64
[0188] D[0] = W[0]-8
[0189] k = M ;
[0190] for(i = 1 ;i < M ;i++)
[0191] {
[0192]     D[i] = W[i]-W[i-1]
[0193]     if(D[i] > 128)
[0194]         D[i] = D[i]-256
[0195]     else if(D[i] < -128)
[0196]         D[i] = D[i]+256
[0197]     else if(D[i] == 0)&&(k == M)
[0198]         k = i
[0199]     else if(D[i] != 0)
[0200]         k = M
[0201] }
[0202] // 这是要插入和 W[k] = 0 相对应的结束信号 D[k]
[0203] if(k != M) {
[0204]     if(W[k-1] > 128)
[0205]         D[k] = 256-W[k-1]
[0206]     else
[0207]         D[k] = -W[k-1]
[0208] }
[0209] // 这仅仅用于优化
[0210] if(Length_of-ExpGolomb_code(D[k]) > M-k-i) {
[0211]     for(i = k ;i < M ;i++)
[0212]         D[k] = 0
[0213] }
```

[0214] 这将产生一系列差分码 D[i], 其中绝对值总是等于或小于 128, 包括指示差分码序列结束的值。因此, 这些码更适于有符号 Exp-Golomb 编码。

[0215] 3. 指示差分码序列结束的机制

[0216] 不是利用 W 或 D 的信号值作为差分码序列结束的标记,我们可以使用多个码,并且编码器可以选择发送哪一个码。

[0217] 以下是编码器所允许的、用于指示码序列结束,并且解码器也必须能够识别以下。

[0218] 假定对于  $W[i], i = 0, \dots, M$ , 要编码的序列在 k 处结束 (即  $W[k] = W[k-1]$ ), 并且对于  $4 \times 4$  变换块、M 等于 16, 对于  $8 \times 8$  变换块, M 等于 64。

[0219] - 设置  $W[k] = 0$ 。这对应于差分码  $D[k]$ , 并且  $D[k]$  的绝对值应该 小于或等于 128。

[0220] - 设置  $D[k]$  等于 255 以上或 -255 以下的任何值, 它将具有第一 9 个位等于 0 的有符号 Exp-Golomb 码 0000000001xxxxxxxx。编码器只需发送第一 10 个位 (我们只能发送 9 位而不发送“1”)。对于有符号 Golomb 码, 在解码后解码器将得到大于 255 的值。如果解码器能够处理不合法的 Golomb 码, 则只发送 9 位 0 就将足够了。

[0221] 与此相对应, 可以如下来写解码过程。在以下伪码中, 不是检查  $D[k]$  是在 +255 以上或 -255 以下, 而只是检查  $D[i]$  是否在正确范围内, 如果不在, 则假定它是码序列的结束。因为可能无论如何都需要检查, 所以它保存两个条件操作。

[0222] 定义: 对于  $4 \times 4$  块,  $M = 16$ ; 对于  $8 \times 8$  块,  $M = 64$

[0223] 定义: 对于  $4 \times 4$  矩阵,  $M = 16$ ; 或者对于  $8 \times 8$  矩阵,  $M = 64$

[0224]  $D[0] = (W[0]+8+256) \% 256$

[0225]  $k = 0$ ;

[0226] for( $i = 1$ ; ( $i < M$ ) && (Golomb 码合法) && ( $-129 < D[i] < 129$ ) && ( $(W[i-1]+256) \% 256 > 0$ );  $i++$ )

[0227]  $W[i] = (W[i-1]+D[i]+256) \% 256$

[0228] {

[0229]     for( $j = i$ ;  $j < M$ ;  $j++$ ) {

[0230]          $W[j] = W[i-1]$

[0231]     }

[0232] 4. 进一步的问题

[0233] 有时利用和 Exp-Golomb 码相结合的固定长度码来提高效率。

[0234] - 产生周期差值

[0235] - 使用固定长度码的 2 位 (或 4 位) 最低有效位 (LSB)

[0236] - 使用 Exp-Golomb 码的 6 位 (或 4 位) 最高有效位 (MSB)

[0237] 这应该进一步减少总位数。

[0238] 注意, 可以把上述“1. 周期差分编码的逆过程”描述为如下的量化加权矩阵推导过程。

[0239] 该过程的输入是 Exp-Golomb 编码的量化加权矩阵值序列。

[0240] 该过程的输出是量化加权矩阵值的二维阵列。

[0241] - 调用解码过程, 来对 Exp-Golomb 编码的量化加权值序列进行解码。

[0242] - 利用解码值  $d(i)$  来推导量化加权矩阵项  $W(i)$ 。以下过程用于推导量化加权矩阵项。在以下方程中, 对于  $8 \times 8$  量化加权矩阵、 $M = 64$ , 对于  $4 \times 4$  量化加权矩阵、 $M = 16$ 。

[0243]  $-W(0) = d(0)+8$

[0244] - 如果  $((d(i) < 128)\&\&(d(i) > -128)\&\&((W(i-1)+d(i)+256) \% 256 \neq 0))$

[0245]  $W(i) = (W(i-1)+d(i)+256) \% 256$ , 对于  $0 < i < M$

[0246] - 否则

[0247]  $W(i) = W(k-1)$ , 对于  $i = k, \dots < M$ , 其中  $D(k) > 128$  或

[0248]  $D(k) < -128$ , 或  $W(k) = 0$ , 且  $0 < i, k < M$

[0249]  $[W[I]$  不允许为 0)

[0250] - 利用逆块扫描过程, 来从  $W(i)$  推导量化加权矩阵  $W(i, j)$ 。图 5A 示出了  $4 \times 4$  逆扫描顺序。如图 5B 所示执行  $8 \times 8$  逆扫描过程。

[0251] 注意, 也可以将上述的“1. 周期差分编码的逆过程”描述如下。以下, “ScalingList”表示量化矩阵 WM, “LastScale”表示  $W[i-1]$ , 且“delta\_scaling”表示  $D[i]$  :

[0252] `scaling_list(scalingList, sizeofScalingList, useDefaultScalingMatrixFlag)`

[0253] {

[0254] `lastScale = 8`

[0255] `nextScale = 8`

[0256] `for(j = 0 ; j < sizeofScalingList ; j++) {`

[0257] `if(nextScale != 0) {`

[0258] `delta_scale`

[0259] `nextScale = (lastScale+delta_scale+256) % 256`

[0260] `useDefaultScalingMatrixFlag = (j == 0&&nextScale == 0)`

[0261] `}`

[0262] `scalingList[j] = (nextScale == 0) ? lastScale:nextScale`

[0263] `lastScale = scalingList[j]`

[0264] `}`

[0265] }

[0266] 根据这样描述的本发明, 显然可以用多种方式来改变本发明的实施方式。这些变化不应被认为脱离本发明的精神和范围, 并且对于本领域技术人员而言, 显然所有这些修改都将被认为是包括在以下权利要求的范围内。

[0267] 工业实用性

[0268] 本发明适于用作对图像进行编码的编码设备、以及对图像进行解码的解码设备, 以及用于分发运动图像的网络服务器、用于接收这种运动图像的网络终端、能够记录和再现运动图像的数码相机、配备有照相机的蜂窝电话、DVD 记录器 / 播放器、PDA、个人计算机等。

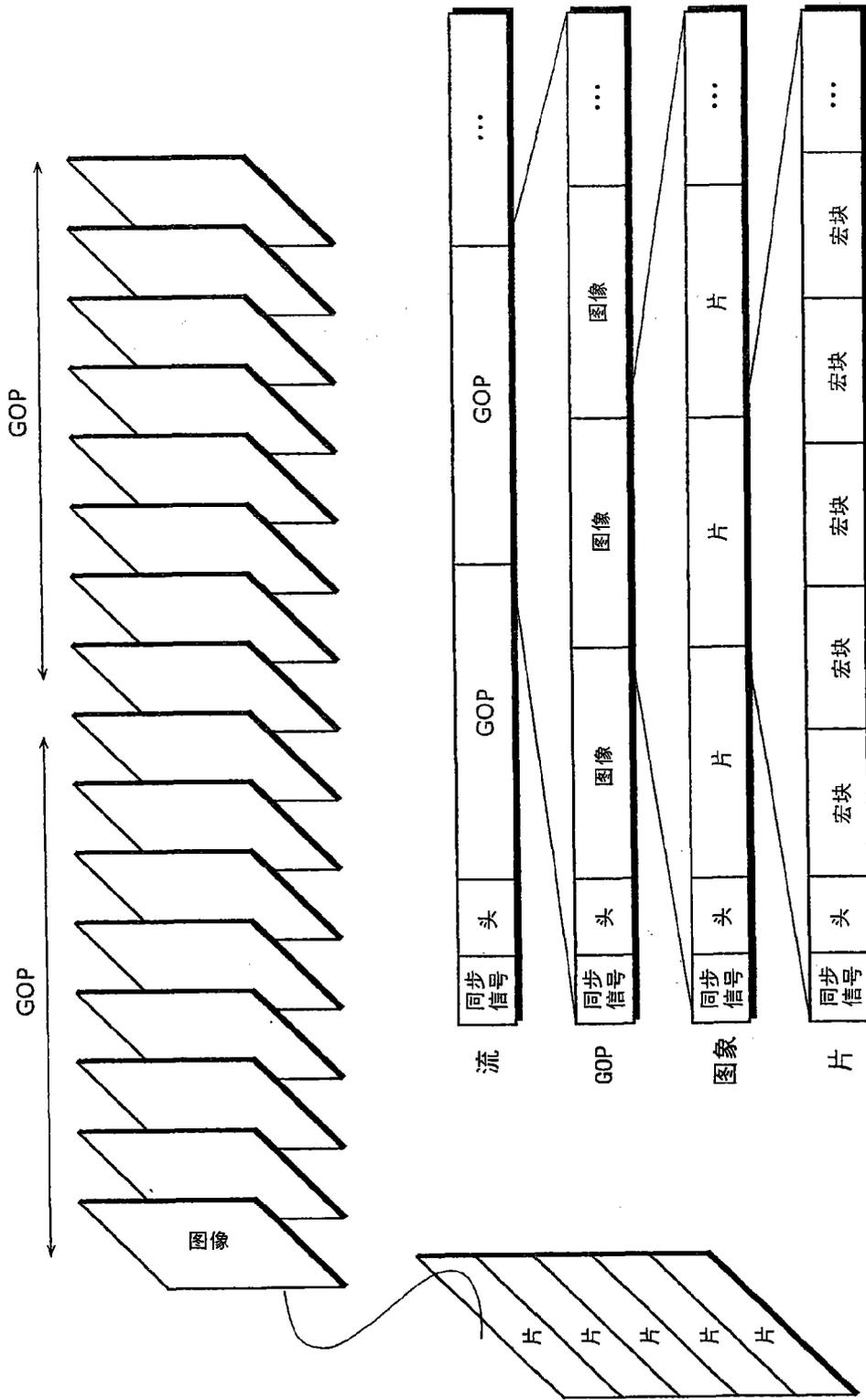


图 1

低频

水平高频

8	16	19	22	26	27	29	34
16	16	22	24	27	29	34	37
19	22	26	27	29	34	34	38
22	22	24	27	29	34	37	40
22	26	27	29	32	35	40	48
26	27	29	32	35	40	48	58
26	27	29	34	38	46	56	69
27	29	35	38	46	56	69	83

垂直高频

图 2

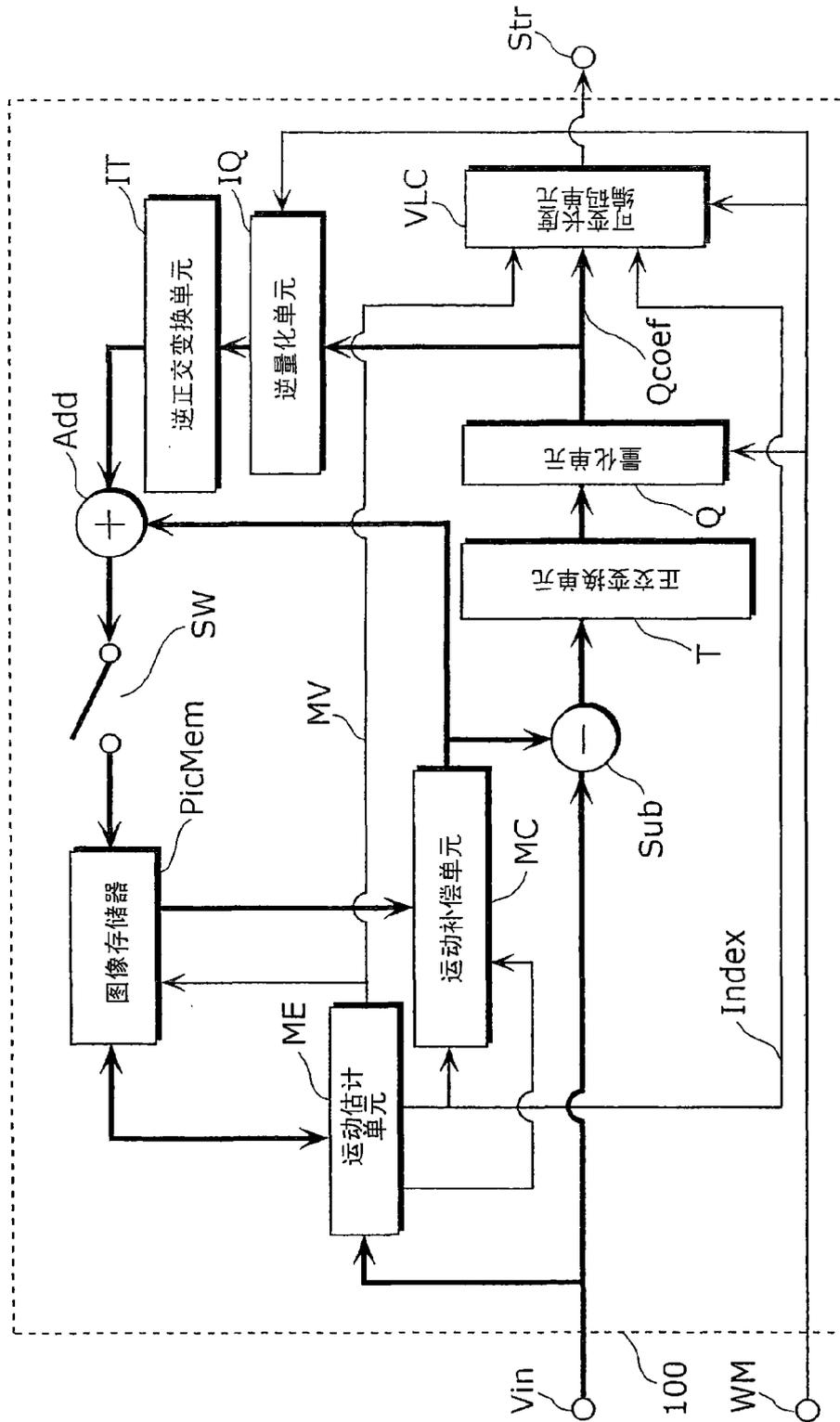


图 3

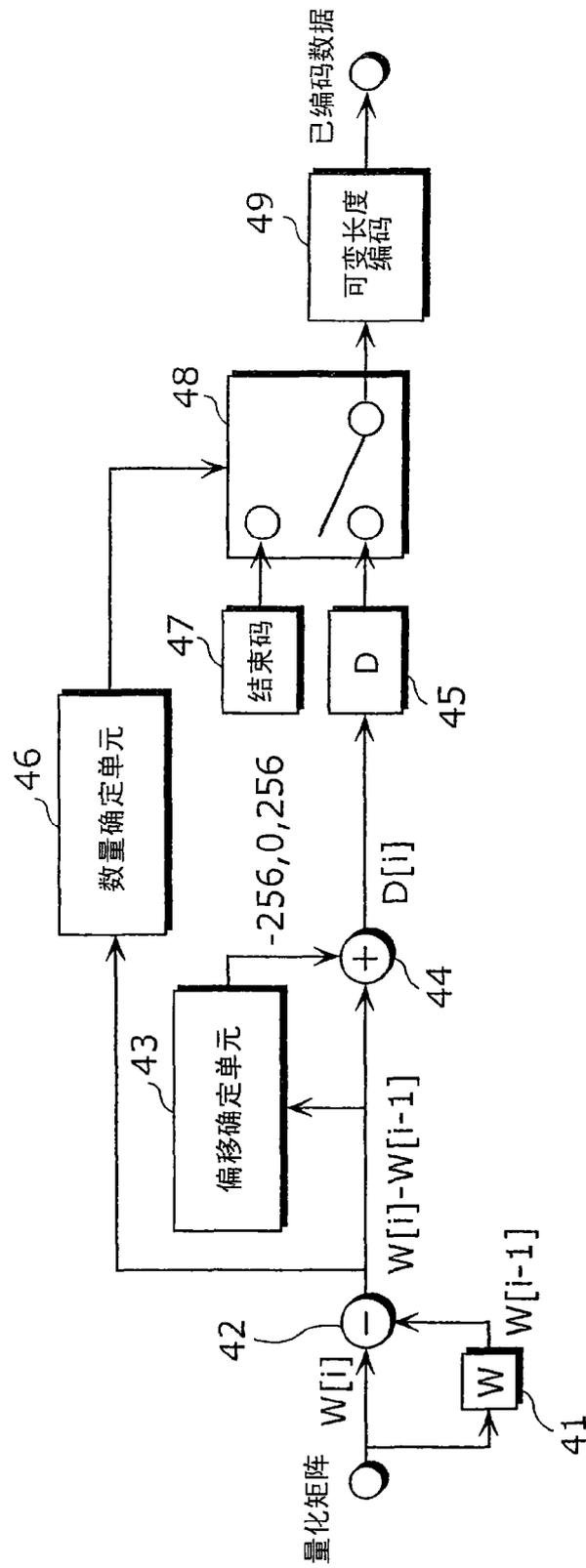


图 4



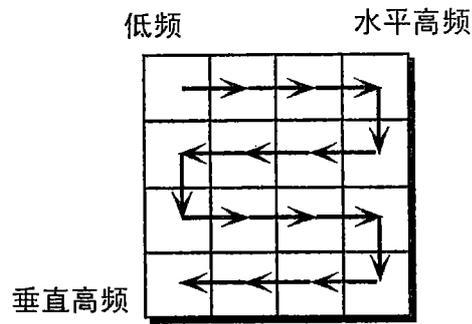


图 5C

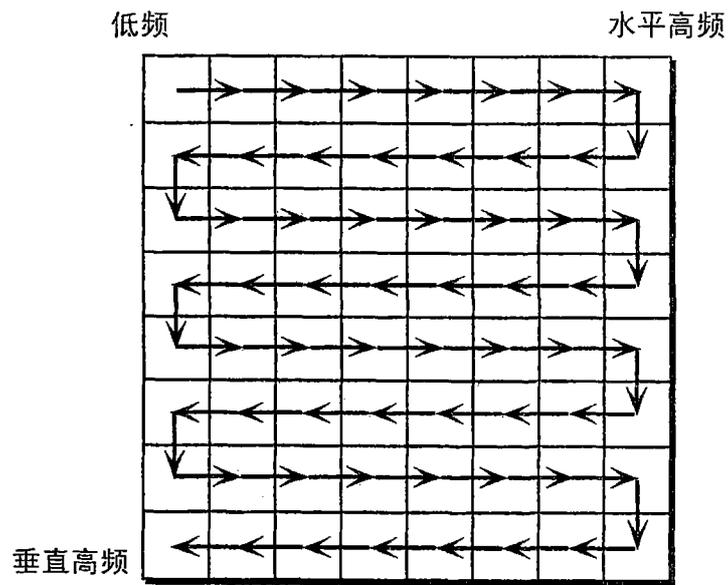


图 5D

W[0]= 16	W[1]= 18	.....
W[2]= 18	W[4]= 20	.....
W[3]= 21	⋮	
⋮		

D[0]= 8	D[1]= 2	.....
D[2]= 0	D[4]= -1	.....
D[3]= 3	⋮	
⋮		

图 6B

图 6A

W[i]	→	D[i]	→	码
W[0]=16	→	D[0]=8	→	0001000
W[1]=18	→	D[1]=2	→	00100
W[2]=18	→	D[2]=0	→	1
W[3]=21	→	D[3]=3	→	00100
W[4]=20	→	D[4]=-1	→	011
⋮		⋮		⋮
W[30]=64	→	D[30]=0	→	} 结束码
W[31]=64	→	D[31]=0	→	
⋮		⋮		
⋮		⋮		
W[62]=64	→	D[62]=0	→	
W[63]=64	→	D[63]=0	→	

图 6C

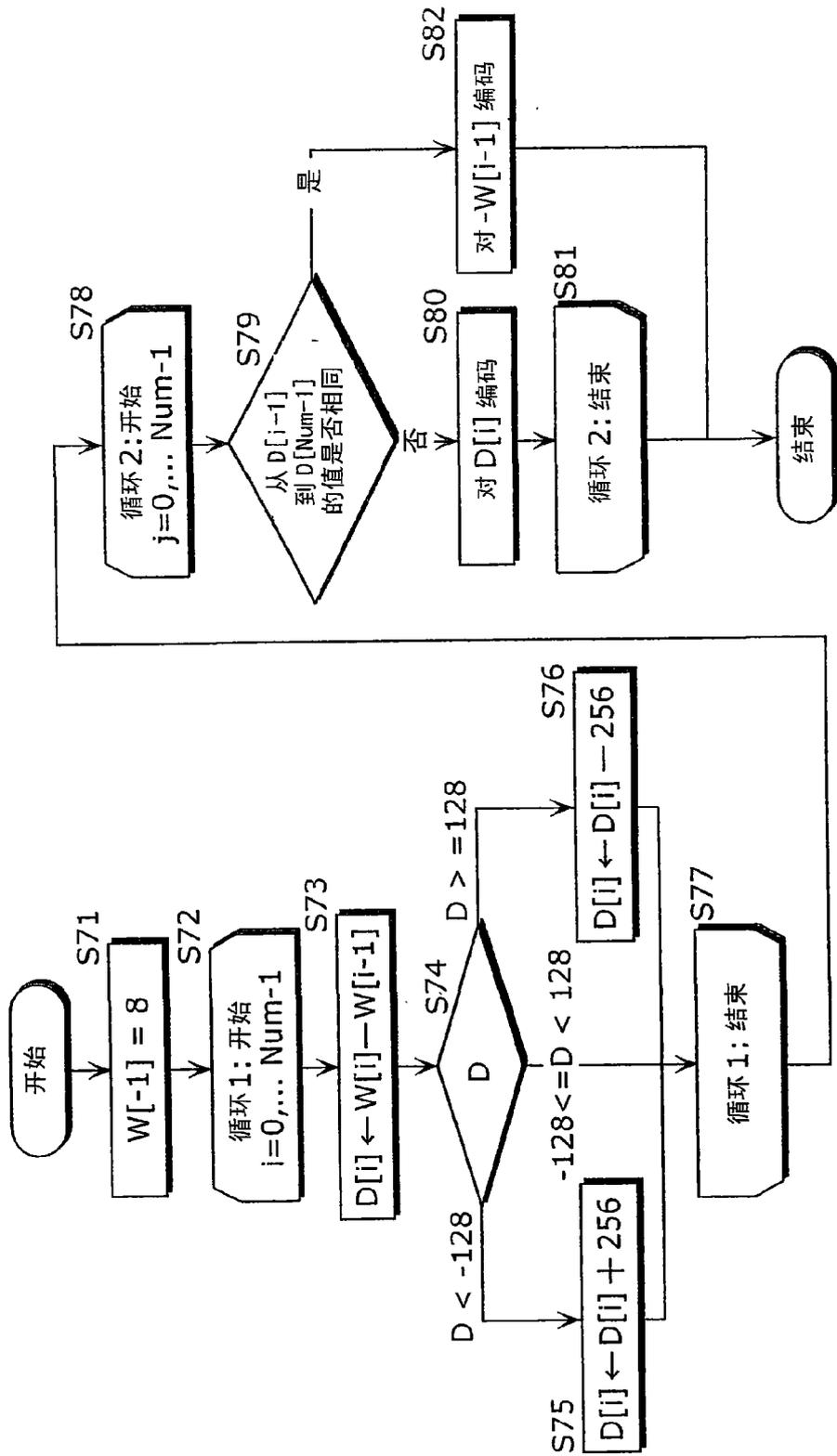


图 7

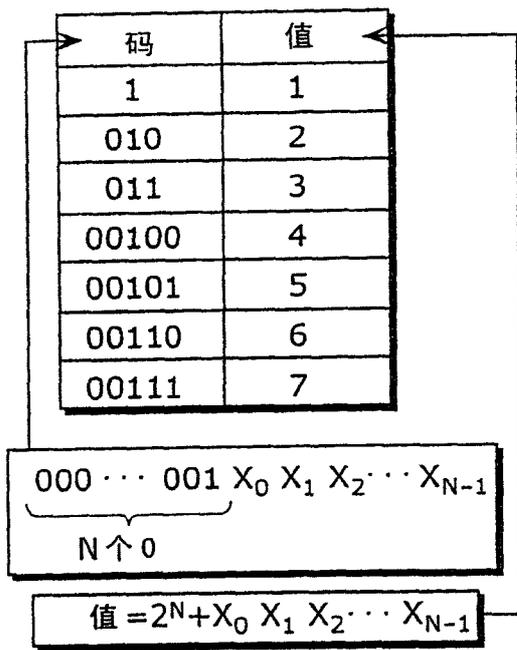


图 8A

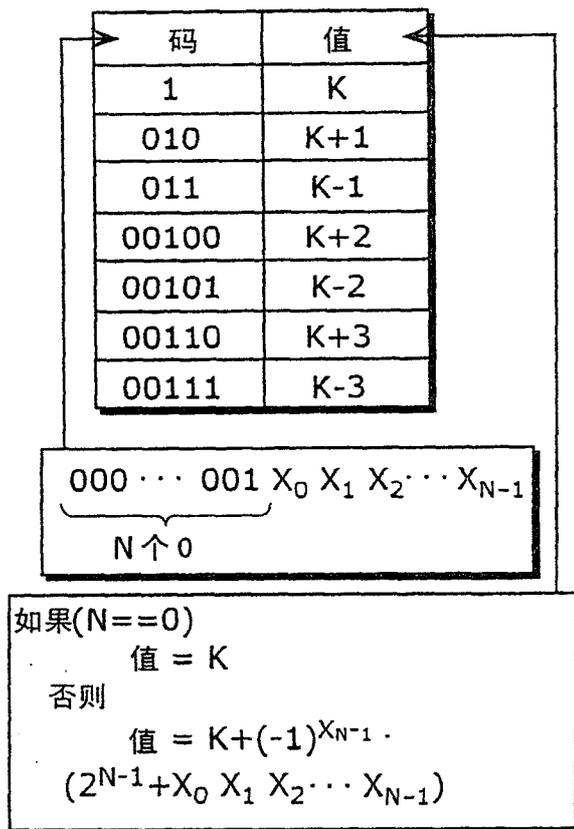


图 8B

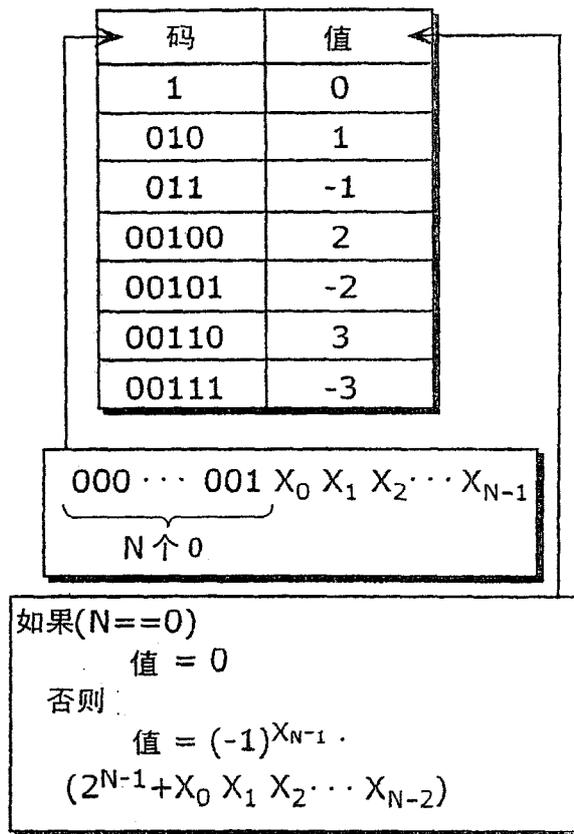


图 8C

$W_{00}$	$W_{01}$	$W_{02}$	$W_{03}$	$W_{04}$	$W_{05}$	$W_{06}$	$W_{07}$
$W_{10}$	$W_{11}$	$W_{12}$	$W_{13}$	$W_{14}$	$W_{15}$	$W_{16}$	$W_{17}$
$W_{20}$	$W_{21}$	$W_{22}$	$W_{23}$	$W_{24}$	$W_{25}$	$W_{26}$	$W_{27}$
$W_{30}$	$W_{31}$	$W_{32}$	$W_{33}$	$W_{34}$	$W_{35}$	$W_{36}$	$W_{37}$
$W_{40}$	$W_{41}$	$W_{42}$	$W_{43}$	$W_{44}$	$W_{45}$	$W_{46}$	$W_{47}$
$W_{50}$	$W_{51}$	$W_{52}$	$W_{53}$	$W_{54}$	$W_{55}$	$W_{56}$	$W_{57}$
$W_{60}$	$W_{61}$	$W_{62}$	$W_{63}$	$W_{64}$	$W_{65}$	$W_{66}$	$W_{67}$
$W_{70}$	$W_{71}$	$W_{72}$	$W_{73}$	$W_{74}$	$W_{75}$	$W_{76}$	$W_{77}$

图 9A

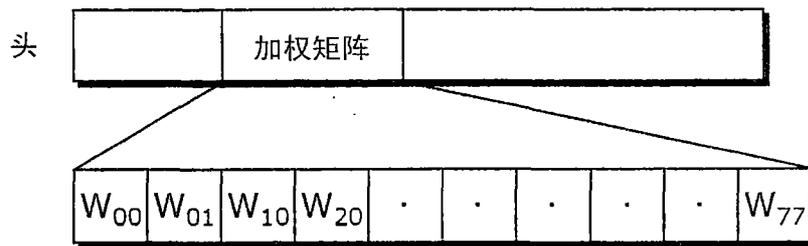


图 9B

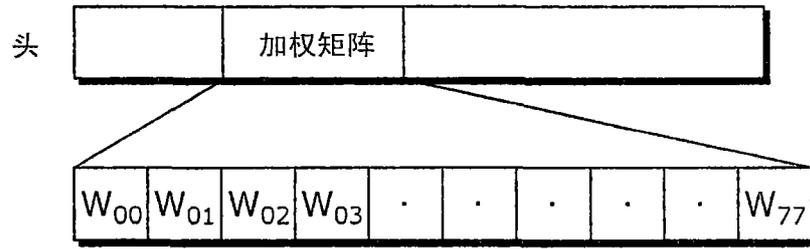


图 9C

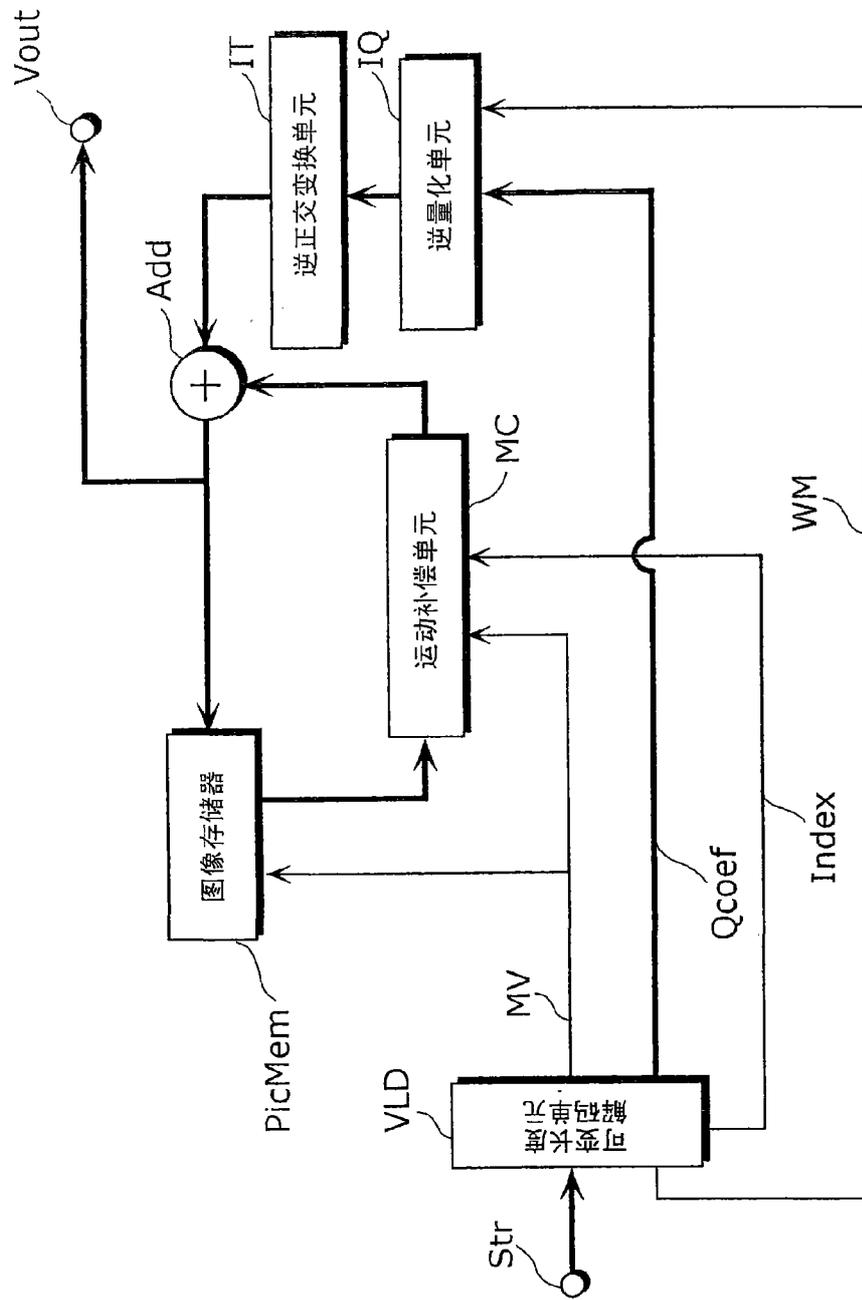


图 10

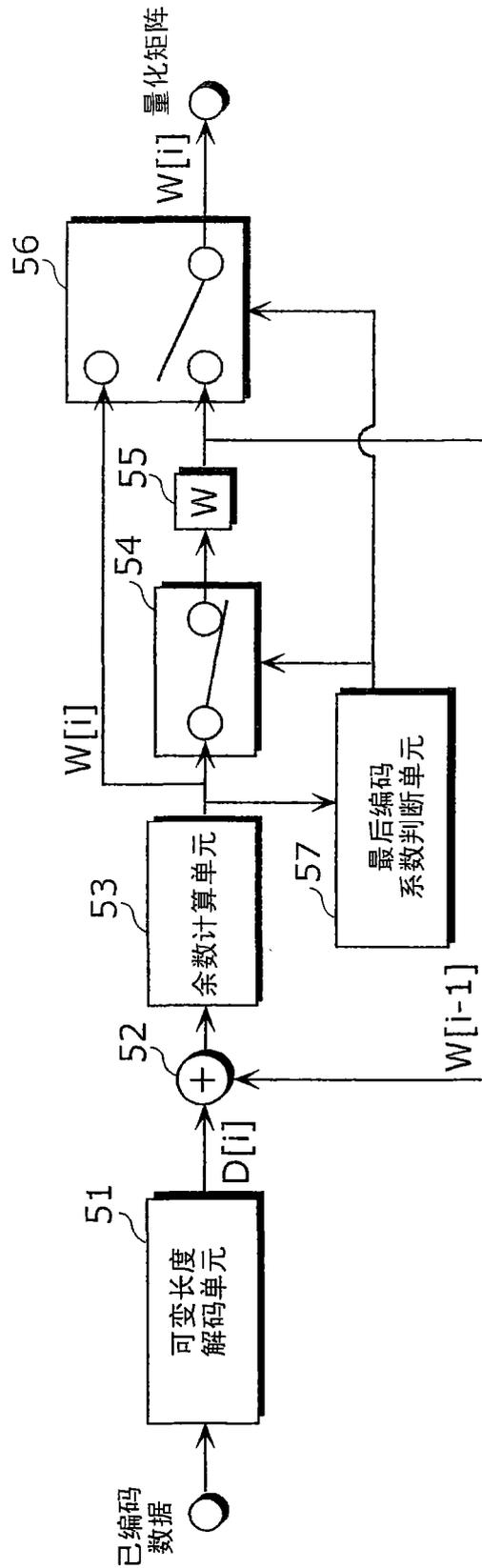


图 11

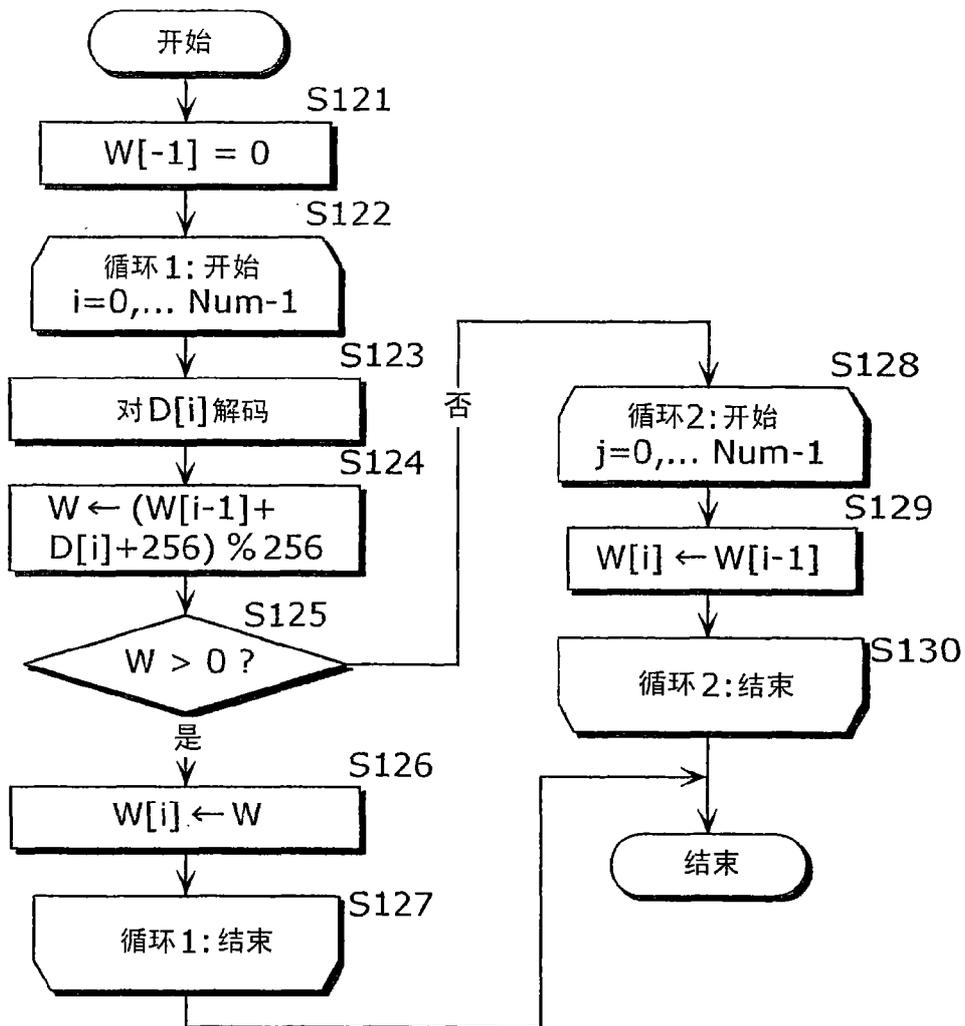


图 12

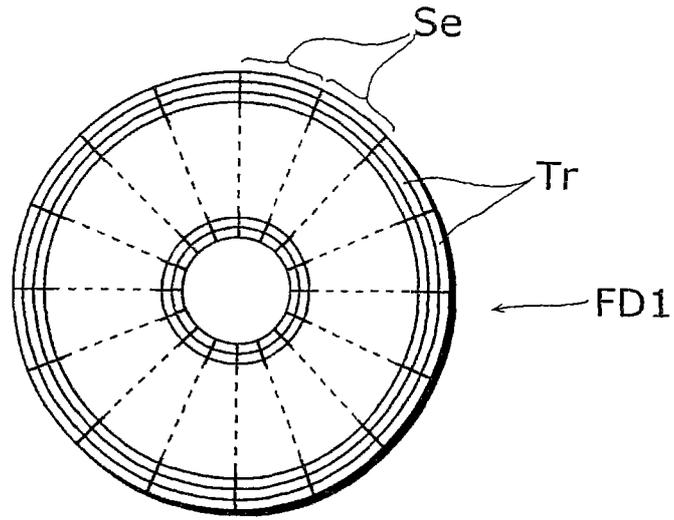


图 13A

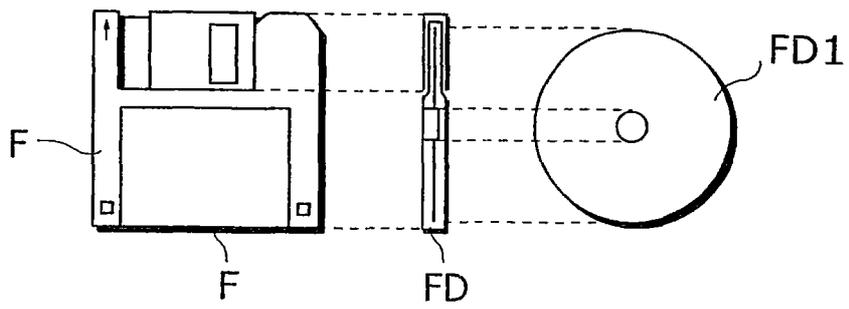


图 13B

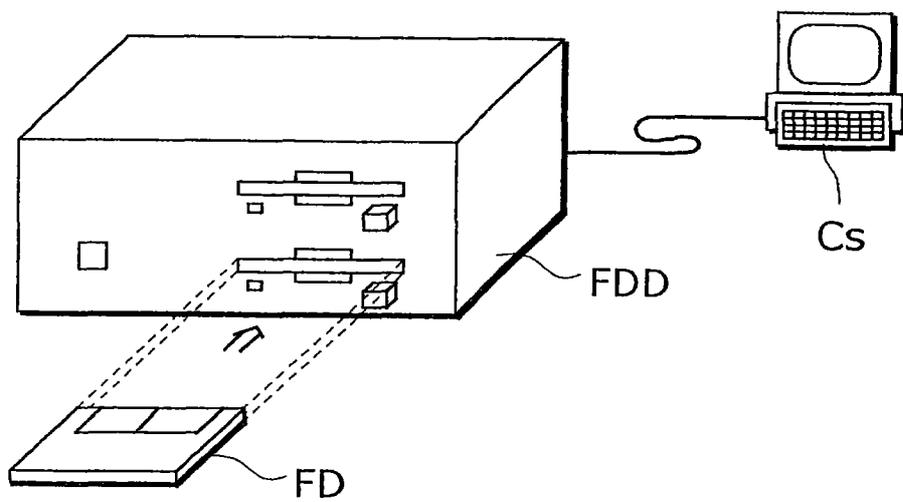


图 13C



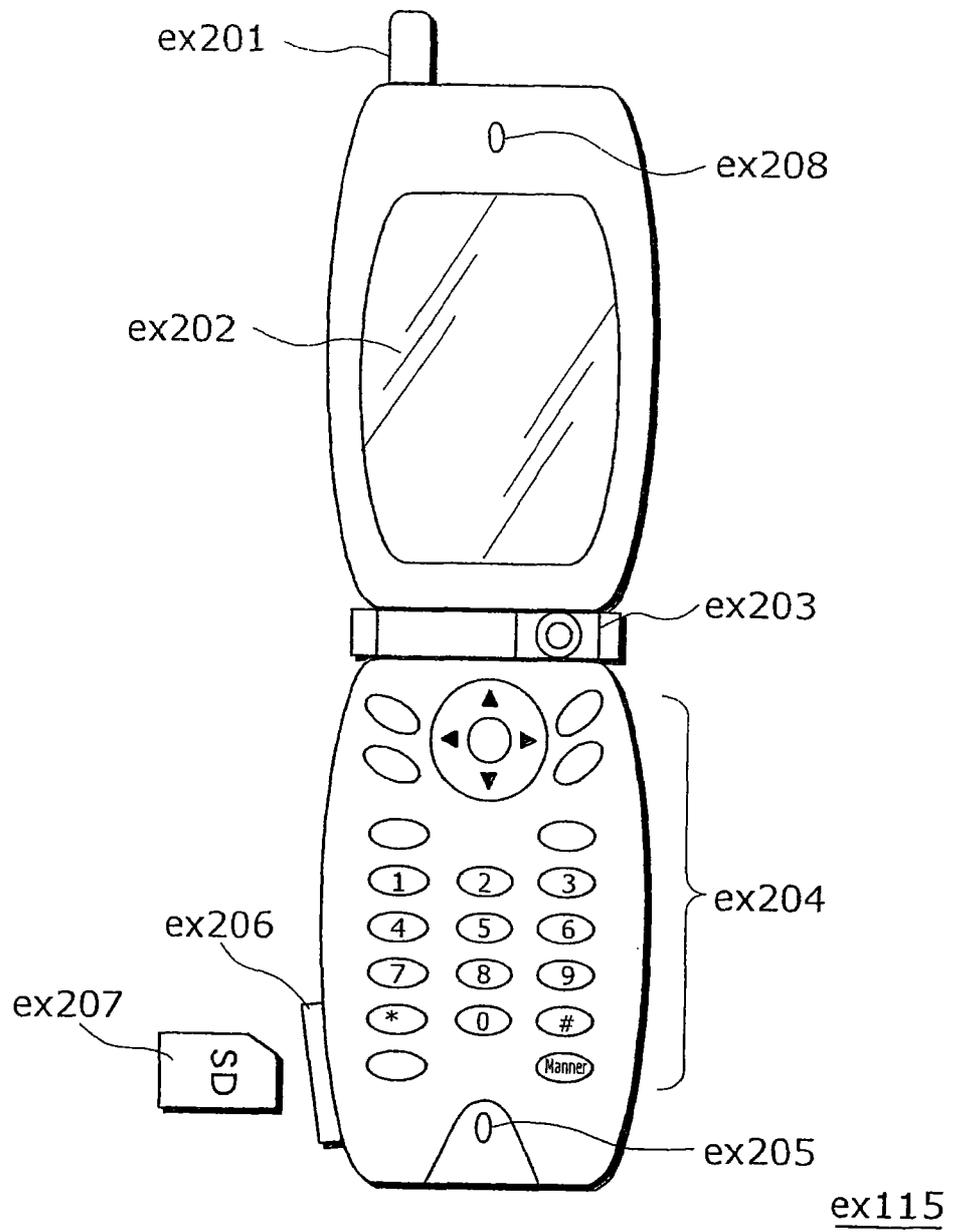


图 15



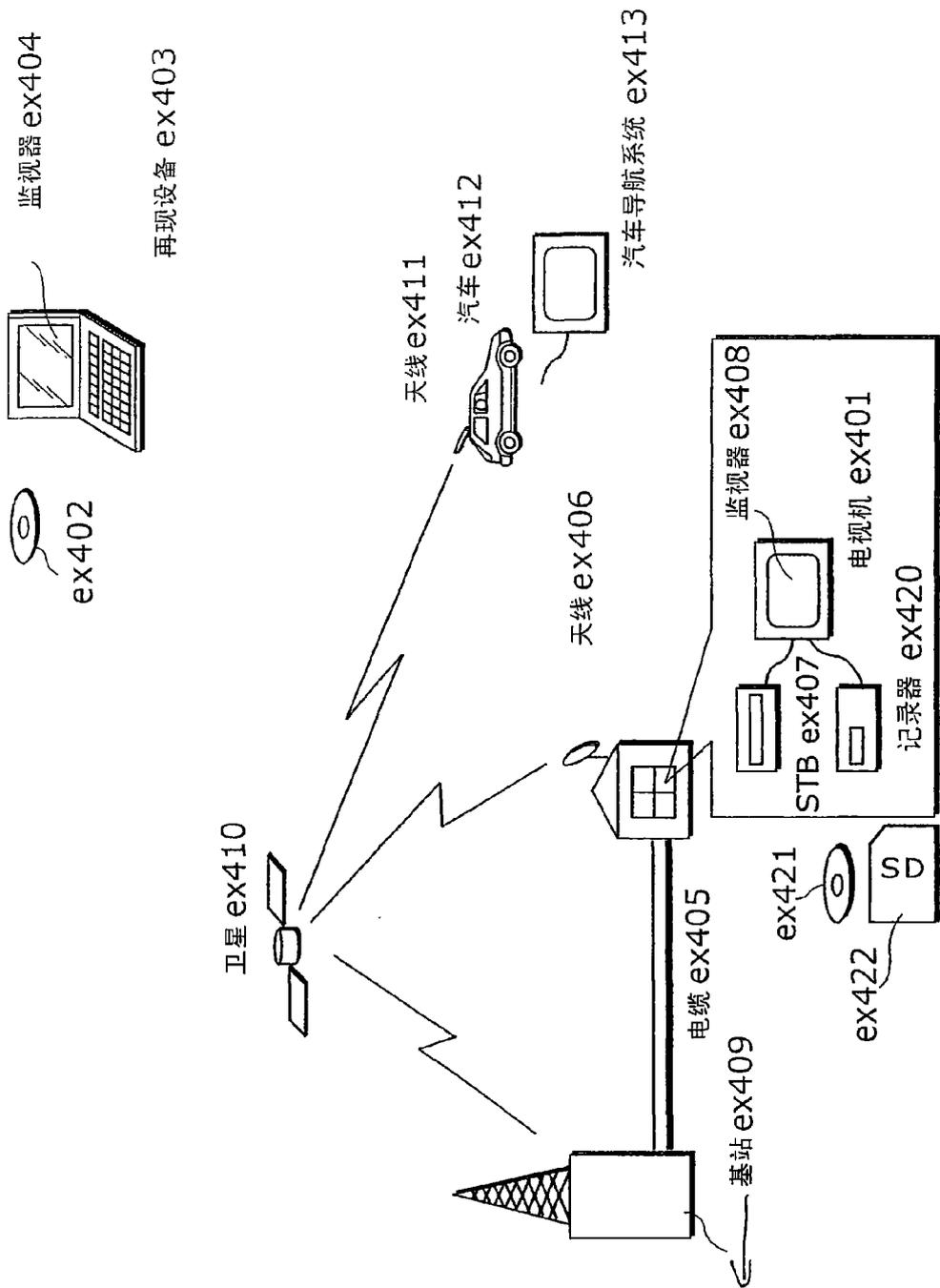


图 17