

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04N 7/26 (2006.01)

G06T 1/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01806962.2

[45] 授权公告日 2009年2月4日

[11] 授权公告号 CN 100459708C

[22] 申请日 2001.12.21 [21] 申请号 01806962.2

[30] 优先权

[32] 2001.1.23 [33] EP [31] 01200277.0

[32] 2001.12.5 [33] EP [31] 01204680.1

[86] 国际申请 PCT/IB2001/002708 2001.12.21

[87] 国际公布 WO2002/060182 英 2002.8.1

[85] 进入国家阶段日期 2002.9.20

[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 G·C·兰格拉尔

[56] 参考文献

US6037984A 2000.3.14

EP0967803A 1999.12.29

US5809139A 1998.9.15

EP0926897A 1996.6.30

WO9929114A 1999.6.10

WO9833324A 1998.7.30

digital watermarking of MPEG-2 coded video in the bitstream domain. Frank Hartung, Bernd Girod. IEEE. 1997

审查员 郭晓宇

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 邹光新 张志醒

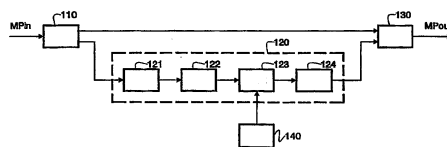
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 3 页

[54] 发明名称

将水印嵌入信息信号中的方法和设备

[57] 摘要

本文描述了一种用于在一个 MPEG 压缩视频流嵌入水印的方法和装置。通过选择性地丢弃最小量化 DCT 系数的方法嵌入该水印(一个空间噪声模式)。随后,被丢弃的系数并入剩余系数的行程中。一个系数的丢弃与否取决于一个预计算水印缓冲器和每个 8×8 DCT 块中已丢弃系数的数量。这种方法的好处是:(i) 一个非常简单的比特率控制系统和(ii) 不需漂移补偿。从存储要求和计算复杂度的角度考虑,本算法可以一种非常有效的方法执行。



1. 一种将水印嵌入信息信号中的方法，该信息信号被压缩，以包含具有零值的第一信号样本和具有非零值的其它信号样本，该方法包括根据所述水印修改所述其他信号样本的步骤，其特征在于，仅对由于所述修改而呈现零值的其他信号样本实施所述修改步骤。

2. 权利要求1所述的方法，其中有资格用于修改的其他信号样本是那些具有的值在给定范围的接近零的正负非零信号样本值中的信号样本。

3. 权利要求1所述的方法，其中信号样本已经利用量化器步长进行量化，并且有资格用于修改的信号样本是那些利用小于预定阈值的步长进行量化的信号样本。

4. 权利要求1所述的方法，其中该信息信号被划分为若干部分，并且每个部分有资格用于修改的信号样本的数量被限制为预定的最大数。

5. 权利要求4所述的方法，其中一个部分的信号样本已按照量化器步长尺度进行量化，该方法包括根据所述量化器步长尺度控制所述的已修改的信号样本的最大数的步骤。

6. 权利要求1所述的方法，其中该信息信号被划分为若干部分，并且一个部分的信号样本已按照量化器步长尺度进行量化，该方法包括根据所述量化器步长尺度控制一个部分内有资格用于修改的信号样本的位置的步骤。

7. 权利要求1-6中任一个所述的方法，其中压缩的信号包括可变长度代码字，每个可变长度代码字识别一个行程的第一信号样本和随后的或之前的其它信号样本，该方法还包括以下步骤：

- 在所述修改步骤之前，将可变长度代码字译码为相应的第一信号样本和其它信号样本；

- 将已修改的信号样本与随后的或之前的第一信号样本进行合并，以获得第一信号样本的新行程；和

- 将第一信号样本的新行程和随后的或之前的其它信号样本编码为新的可变长度代码字。

8. 一种用于将水印嵌入信息信号中的设备，该信息信号被压缩，以包含具有零值的第一信号样本和具有非零值的其它信号样本，压缩

的信号包括可变长度代码字，该设备的特征在于：

接收装置，用于接收编码的信息信号并用于选择可变长度代码字；

译码装置，用于将选择的可变长度代码字译码为运行-电平对；

转换装置，用于将运行-电平对转换为二维阵列；

修改装置，用于按照所述水印修改二维阵列中的其他信号样本，该修改装置被安排为修改由于所述修改而呈现零值的其他信号样本；

编码装置，用于对修改的其他信号样本进行编码；和

组合装置，用于将已编码的修改的其他信号样本与原来的信息信号进行组合。

将水印嵌入信息信号中的方法和设备

技术领域

本发明有关一种将水印嵌入信息信号中的方法,该信息信号被压缩为包含具有给定第一值的第一信号样本和具有不同值的其它信号样本。这样一个压缩信息信号的典型例子是 MPEG2 视频信号,其中视频图像由变换系数代表,相当一部分系数具有第一值零。

背景技术

一种已知的将水印嵌入一个压缩视频信号中的方法见于“Digital Watermarking of MPEG-2 Coded Video in the Bitstream Domain”,出版在 ICASSP, 1997 年第四卷,第 2621-2624 页,作者: F. Hartung 和 B. Girod。该水印是原始信号域内的一个伪噪声序列。该水印在嵌入之前首先进行离散余弦变换。通过向压缩信号的非零 DCT 系数加入已变换水印序列的相应系数,来修改该压缩信号的非零 DCT 系数。

以前技术的水印嵌入方案有一些缺点。在应用到动作补偿编码,例如 MPEG2 中时,变换系数的改变会在时间上传播。来自前面帧的水印会积聚在当前帧上,引起图像失真。为避免这一点,以前技术的水印嵌入器要求漂移补偿。另外,一个已压缩比特流中 DCT 系数的修改会影响比特率。因此,以前技术的水印嵌入器检查已加水印系数的传输是否会使比特率增加,若是,则发射原始系数。

发明内容

本发明的一个目的是提供一种嵌入水印的方法,该方法能克服上述缺点。

为做到这一点,按照本发明的方法的特点在于,如果修改过的信号样本由于所述修改而呈现第一值,对这些信号采样应用该修改步骤。从而,具有第一值的信号样本数增加了,这通常能够导致一个更低的比特率。没有必要真正去检测一个样本修改对比特数的影响。

有资格被修改的信号采样最好是具有最小非零值的样本(即,被量化为+1 或-1 的 MPEG 视频系数)。这是因为这些系数代表类噪声信息

并且变化非常小(±量化步长),不需要漂移补偿,并且,所嵌入的水印感觉不到但仍然能检测到。

特别地,根据本发明,提供一种将水印嵌入信息信号中的方法,该信息信号被压缩,以包含具有零值的第一信号样本和具有非零值的其它信号样本,该方法包括根据水印模式修改所述其他信号样本的步骤,其特征在于,若所述修改使修改的其他信号样本由于所述修改而呈现零值,则仅对所述该其他信号样本实施所述修改步骤。

根据本发明,还提供一种用于将水印嵌入信息信号中的设备,该信息信号被压缩,以包含具有零值的第一信号样本和具有非零值的其它信号样本,压缩的信号包括可变长度代码字,该设备的特征在于:

接收装置,用于接收编码的信息信号并用于选择可变长度代码字;

译码装置,用于将选择的可变长度代码字译码为运行-电平对;

转换装置,用于将运行-电平对转换为二维阵列;

修改装置,用于按照水印模式修改二维阵列中的其他信号样本,若修改的其他信号样本由于所述修改而呈现零值,则该修改装置被安排为修改其他信号样本;

编码装置,用于对修改的其他信号样本进行编码;和

组合装置,用于将已编码的修改的其他信号样本与原来的信息信号进行组合。

附图说明

图1概略显示了执行本发明方法的一个设备(arrangement)。

图2A-2C和3A-3G举例说明了图1所示的设备的操作。

具体实施方式

以下,将参照一个用于将水印嵌入一个视频信号中的设备描述本发明,该视频信号按MPEG2标准压缩,不过,本发明并不局限于视频信号,也不局限于一个特定的压缩标准。注意,该压缩信号可以已经具有了一个嵌入水印。在这种情况下,在该信号中嵌入另外一个水印。向一个已有水印的信号嵌入水印的这一过程被称为“再标记”。

图1概略显示了执行本发明方法的一个设备。该设备包含分解单元(parsing unit)110、VLC处理单元120、输出级130和水印缓冲器

140. 其操作将在以下参照图 2A-2C 和 3A-3G 描述。

该设备接收一个 MPEG 基础视频信号流 M_{pin} ，它代表一个视频图像序列。在图 2 中，借助于一个例子显示了这样一个视频图像。该视频图像被划分为 8×8 像素的块，在图 2A 中，其中之一被记为 201。像素块由各自的 8×8 DCT（离散余弦变换）系数块表示。这样一个 DCT 块的上部左侧变换系数代表的是相应像素块的平均亮度，一般被称为 DC 系数。其它系数代表空间频率并被称为 AC 系数。上部左侧的 DC 系数代表图像的粗细节，而下部右侧的系数代表细微的细节。AC 系数已被量化。该量化过程使一个 DCT 块的许多 AC 系数都表现为一个零值。图 3A 显示了一个 DCT 块 300 的典型例子，对应于图 2A 中的像素块 201。

DCT 块的系数已按照一个锯齿型（zigzag）模式（图 3A 中的 301）持续扫描并已进行可变长度编码。该可变长度编码方案是 Huffman 编码和 run-length（行程）编码的组合。更具体地，每一行程（run）的零 AC 系数与随后的非零 AC 系数构成一个 run-level（运行-电平）对，该 run-level 对被编码为一个单个可变长度代码字。图 3B 显示了 DCT 块 300 的 run-level 对。一个块结束代码（EOB）代表在 DCT 块中没有其他非零系数。图 3C 显示了代表由该设备接收的 DCT 块 300 的可变长度代码字系列。

在一个 MPEG2 基本视频流中，四个这种 DCT 亮度块和两个 DCT 色度块构成一个宏块，多个宏块构成一个片断，多个片断构成一个图片（场或帧），一系列图片构成一个视频序列。一些图片被自动编码（I 图片），其它图片被利用动作补偿进行预测编码（P-图像和 B-图像）。在后一种情况下，DCT 系数代表的是当前图片的像素和基准图片的像素之间的差别，而非代表像素本身。

MPEG2 基本视频流 M_{pin} 被输入分解单元 110（图 1）。该分解单元部分地解释该 MPEG 比特流，并将该流分解为代表亮度 DCT 系数（以下称为 VLC）的可变长度代码字和其它 MPEG 代码。该单元还收集诸如块的坐标、编码类型（场或帧）、扫描类型（锯齿型或交替型）之类的信息。VLC 和相关信息被送入 VLC 处理单元 120。其它 MPEG 代码被直接应用于输出级 130。

要嵌入的水印是空间域中的伪随机噪声序列。在该方案的这一实例中，一个 128×128 基本水印模式被“平铺”在整个图像范围内。在图

2B 中例证了这一操作。为了便于观察，此处用符号 W 代表该 128×128 基本伪随机水印模式。

该基本水印的空间像素值被变换为与 MPEG 流中的视频内容相同的表达方式。为此，该 128×128 基本水印模式被划分为 8×8 的块，在图 2B 中将其中之一记为 202。对该块进行离散余弦变换和量化。应指出，该变换和量化操作只需进行一次。所计算出的 DCT 系数被存入该设备的 128×128 水印缓冲器 140 中。

水印缓冲器 140 与 VLC 处理单元 120 相连，在其中进行实际的水印嵌入。VLC 处理单元将代表视频图像的选定可变长度代码字译码 (121) 为 run-level 对，并将一系列 run-level 对转换 (122) 为二维的 8×8 DCT 系数阵列。在修改级 123 中嵌入水印，其做法是，向每个视频 DCT 块加入空间上相对应的水印 DCT 块。代表图 2B 中的水印块 202 的 DCT 块被加到代表图 2A 中的图像块 201 的 DCT 块中。不过，按本发明的一个推荐实例，只有被这一操作转换为零系数的 DCT 系数才被选中用于加水印。例如，只有在与图 3A 中值为 2 的 AC 系数相对应的水印系数值为 -2 时，该 AC 系数才被修改。用数学符号表示：

如果 $c_{in}(i, j) + w(i, j) = 0$

则 $c_{out}(i, j) = 0$

否则 $c_{out}(i, j) = c_{in}(i, j)$

这里， c_{in} 是一个视频 DCT 块的系数， w 是空间上与之对应的水印 DCT 块的系数， c_{out} 是加水印的视频 DCT 块的系数。

可以认识到通过该操作可增加 DCT 块中零系数的数量，从而，与原始 DCT 块相比，加水印视频 DCT 块能被更有效地编码。对于 MPEG 压缩信号来说更是这种情况，这是因为新的零系数将被包含在其它 run-level 对的行程中（行程合并）。由一个可变长度编码器 124（图 1）执行一个再编码。加水印的块被送入输出级 130，输出级 130 通过拷贝分解单元 110 提供的 MPEG 代码并向其中插入 VLC 处理单元 120 提供的再生成的 VLC 而重新生成 MPEG 流。另外，输出级 130 可以插入填充位，以使输出比特率等于原始视频比特率。

在本发明的一个优越的实例中，在水印缓冲器 140 中只存储水印模式的 DCT 系数的符号，因此，在该缓冲器中只存储 +1 和 -1 值。这就将缓冲器的存储容量降低到了每个系数一比特（共 128×128 比特）。另

外, 试验表明, 只将水印嵌入最重要的 DCT 系数中就足够了(最重要的系数值的是在锯齿型扫描中第一个出现的系数)。这进一步减小了所需要的存储空间。图 3D 显示了与图 2B 中的空间水印块 202 相对应的一个水印 DCT 块 302 的典型例子。

图 3E 显示了将水印 DCT 块 302 与视频 DCT 块 300 相加得到的加水印视频 DCT 块 303。在这个具体的实例中, 非零系数之一(图 3A 中值为-1 的系数)变成了一个零系数, 这是因为, 其空间上相对应的水印系数的值为+1。图 3F 显示了加水印 DCT 块的运行-电平(run-level)对。注意, 原来的运行-电平对(1, -1)和(0, 2)被一个运行-电平对(2, 2)代替。图 3G 显示了相应的输出比特流。在该例中, 行程合并操作节省了一个比特。

图 2C 显示了由该设备的输出信号 Mpout 代表的加水印图像。该图中的像素块 203 对应于图 3E 中的加水印视频 DCT 块 303。如在图 2C 中所要表示的, 片(tile)与片之间及块与块之间所嵌入水印的数量都不同。

在以上描述的例子中, 只修改最小的系数(+1 和-1)。这能避免对漂移补偿的需要, 并使水印不被察觉, 特别是在将被修改的系数的数量限定在一个给定最大值(例如 3)范围内的时候。

应指出, 上面例子中的水印系数值+1 和-1 也可用于表示相应的图像系数要被修改的方向(分别表示正和负)。例如, 可以规定一个给定范围内的负 DCT 系数(例如-2 和-1)利用水印系数值+1 变为 0, 而一个范围内的正 DCT 系数(例如+2 和+1)利用水印系数值-1 变为 0。

还应指出的是, 一个 MPEG2 基础视频流可以包含场编码的 DCT 块和帧编码的 DCT 块。因此, 水印缓冲器 140 可以包含两种水印模式, 一种用于场编码的 DCT 块, 一种用于帧编码的 DCT 块。可以根据输入视频流中包含的场/帧选择识别信号来选择用于嵌入水印的模式。

在上述用于在一个 MPEG 编码信号中嵌入水印的设备中, 运行-电平对的“电平”部分被改变了。不过, 一个电平并非是一个 AC 系数的实际值, 而是其一个量化的版本。例如, 图 3B 中的运行-电平对(1, -1)实际上代表的是一个系数 $X=-104$ 。在另一个块中, 根据量化器的步长, 同样的对(1, -1)可能代表一个系数 $X=-6$ 。不用说, 将一个 AC 系数从-104 变为 0 和将同样的 AC 系数从-6 变为 0 对所嵌入水印的

可察觉性的影响是不同的。

因此，需要控制该水印嵌入过程以降低其对可见度的影响。为此，该嵌入方法的另一个实例包括这样一个步骤，即，根据量化器步长，控制被修改系数的数量和/或位置。

在一个 MPEG 译码器中，通过将所接收的电平 $x(n)$ 与量化器步长相乘获得反量化。量化器步长由一个加权矩阵 $W(n)$ 和一个比例因子 QS 控制，加权矩阵 $W(n)$ 修改一个块中的步长，比例因子 QS 修改从 (macro-)块到(macro-)块的步长。以下公式指出了由译码 level $x(n)$ 重构一个 AC 系数 $X(n)$ 的 MPEG 算法：

$$X(n) = x(n) \times W(n) \times QS$$

这里， n 是锯齿型扫描时的索引号。

存在有各种方法来生成允许修改系数数量的上界。在一个实例中，只有在相应的量化步长 $Q(n) = W(n) \times QS$ 小于一个预定阈值时，才修改一个 level $x(n)$ 。因此，可以对一个 DCT 块中的不同位置（即，对不同的索引号 n ）使用不同的阈值。

在另一个实例中，一个块中允许被修改系数的最大数量 N 是量化器比例因子 QS 的一个函数，因此， N 随着 QS 的增加而减小。该实例是可行的，因为比例因子事实上表示的是一个 DCT 块被量化的强度。比例因子越大，即，量化步长越大，被修改的系数越少，以便呈现不易察觉的效果。这样一个函数的例子是：

$$N = \frac{c}{QS}$$

其中 c 是一个给定的恒定值。

在 MPEG 比特流中提供有量化器比例因子 QS ，它是参数 `quantizer-scale-code` 和参数 `q-scale-type` 的组合。参数 `quantizer-scale-code` 是一个 5 位代码。参数 `q-scale-type` 表示所述代码代表的是 QS 值在 2 和 62 之间的一个线性范围，还是在 1 和 112 之间的一个指数范围。在这两种情况下，该代码都表明步长。因此，在上面函数中提到的术语 QS 可由参数 `quantizer-scale-code` 代替。

也可以根据量化器步长控制水印过程修改的系数的位置。量化器步长越大，所期望修改在锯齿型扫描时执行的次序越靠后。这就使得低频系数不被影响，并将水印嵌入过程的可见性限制到较高频率系数。

根据量化器步长控制可修改系数的最大数量和/或位置的特性只要求该设备的较小修改。这种修改很容易由本技术专业人员进行，此处不再描述。

此处描述了一种用于在一个 MPEG 压缩视频流中嵌入水印的方法和设备。通过选择性地丢弃最小量化 DCT 系数来嵌入该水印（一个空间噪声模式）。随后，被丢弃的系数并入剩余系数的行程中。一个系数的丢弃与否取决于一个预计算的水印缓冲器和每个 8×8 DCT 块中已丢弃系数的数量。这种方法的好处是：(i) 一个非常简单的比特率控制系统和 (ii) 不需漂移补偿。从存储要求和计算复杂度的角度考虑，本算法可以一种非常有效的方法来执行。

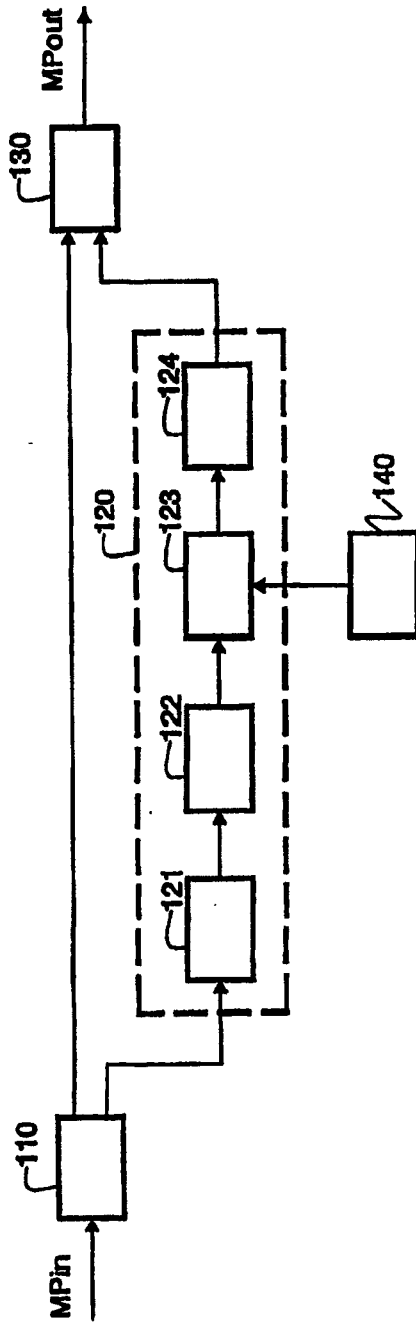


图 1

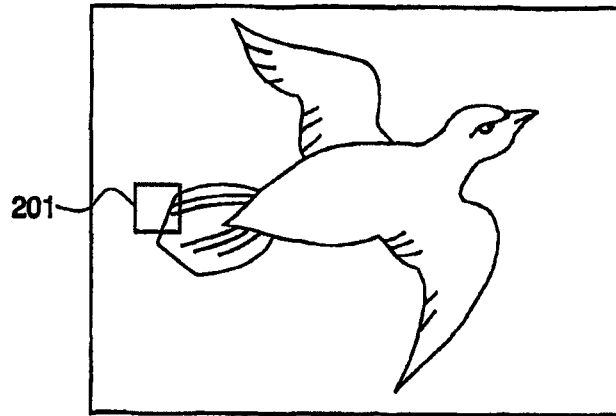


图 2A

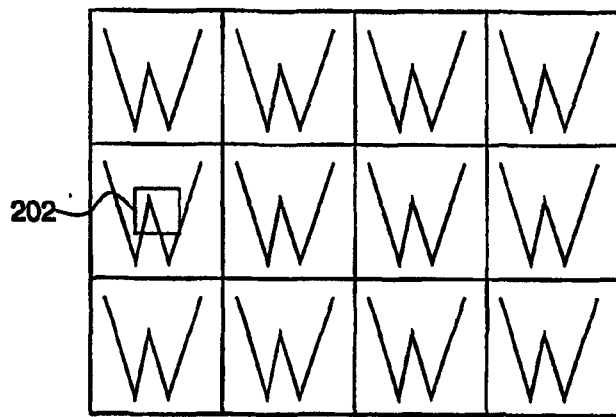


图 2B

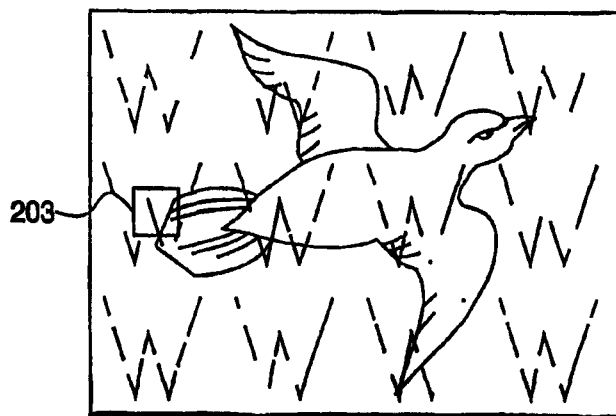


图 2C

	DC	0	2	0	0	0	0	0	0
301	3	-1	1	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
300	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0

图 3A

(DC),(1,3),(1,-1),(0,2),(1,1),(EOB)

图 3B

(DC),(001001010),(0111),(01000),(0110),(10)

图 3C

	x	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1
	+1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	x
	-1	+1	+1	-1	+1	+1	x	x
	-1	+1	-1	-1	+1	x	x	x
	+1	-1	+1	+1	x	x	x	x
302	+1	-1	+1	x	x	x	x	x
	-1	x	x	x	x	x	x	x
	x	x	x	x	x	x	x	x

图 3D

	DC	0	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	1	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
303	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0

图 3E

(DC),(1,3),(2,2),(1,1),(EOB)

图 3F

(DC),(001001010),(00001000),(0110),(10)

图 3G