

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G06T 1/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01806093.5

[45] 授权公告日 2006 年 1 月 18 日

[11] 授权公告号 CN 1237484C

[22] 申请日 2001.10.29 [21] 申请号 01806093.5

[30] 优先权

[32] 2000.11.7 [33] EP [31] 00203894.1

[86] 国际申请 PCT/EP2001/012749 2001.10.29

[87] 国际公布 WO2002/039384 英 2002.5.16

[85] 进入国家阶段日期 2002.9.4

[71] 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 A·A·C·M·卡克尔

J·A·海特斯马

审查员 刘 冀

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 杨 凯 张志醒

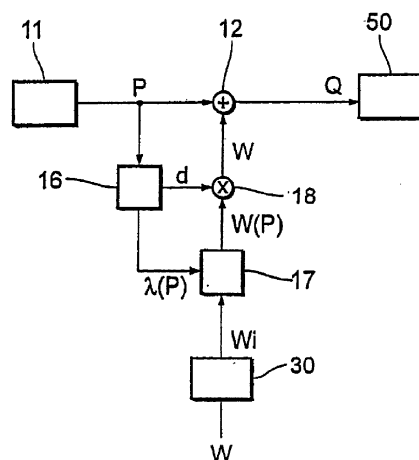
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 2 页

[54] 发明名称

在信息信号中嵌入水印的方法和设备

[57] 摘要

本发明涉及将水印 W 嵌入信息信号 P 中的方法、将水印 W 嵌入信息信号 P 中的相应的设备、带有嵌入的水印的信息信号以及其上存储有带嵌入的水印 W 的信息信号 P 的存储介质 50。 通过从水印图案 W 导出子图案 W_i 而将水印嵌入信息信号中，其中每一个子图案 W_i 的能量谱密度都有主导方向。 根据信息信号 P 在主导方向上的局部能量谱来确定水印子图案 W_i 的局部加权因子 $\lambda(P)$ 。 利用所述确定的局部加权因子 $\lambda(P)$ 对水印子图案 W_i 进行局部加权。 最后，将经过局部加权的水印子图案 (W_i) 加到信息信号 P 中。



1. 一种在信息信号中嵌入水印图案的方法，包括以下步骤：

从所述水印图案(W)导出子图案(Wi)，其中每一个水印子图案(Wi)
5 的能量谱密度具有主导方向；

根据所述信息信号(P)在所述的每一个水印子图案所具有的能量谱密度的主导方向上的局部能量谱为所述水印子图案(Wi)确定局部加权因子($\lambda(P)$)；

根据所确定的局部加权因子($\lambda(P)$)对所述水印子图案(Wi)进行局
10 部加权，以及

将经过局部加权的水印子图案(Wi)加到所述信息信号(P)上。

2. 如权利要求1所述的方法，其特征在于：

对所述水印子图案(Wi)的局部加权因子($\lambda(P)$)的确定是根据所述信息信号(P)在所述的每一个水印子图案所具有的能量谱密度的主导
15 方向的局部空间能量谱进行的。

3. 如权利要求1所述的方法，其特征在于：

通过分裂水印图案(W)来获得所述水印图案(W)的所述子图案(Wi)。

4. 如上述权利要求中任何一个所述的方法，其特征在于：
20 所述水印子图案(Wi)的总和等于所述水印图案(W)。

5. 一种用于将水印图案嵌入信息信号中的设备，包括：

用于从所述水印图案(W)中导出子图案(Wi)的导出装置(30)，其中每一个水印子图案(Wi)的能量谱密度具有主导方向；

用于根据所述信息信号(P)在所述的每一个水印子图案所具有的能量谱密度的主导方向上的局部能量谱为所述水印子图案(Wi)确定
25 局部加权因子($\lambda(P)$)的确定装置(16)；

用于根据所确定的局部加权因子($\lambda(P)$)对所述水印子图案(Wi)进行局部加权的加权装置(17)；以及

用于将经过局部加权的水印子图案(Wi)加到所述信息信号(P)上的加法装置(12)。

在信息信号中嵌入水印的方法和设备

5 本发明涉及在信息信号中嵌入水印的方法和设备、带有嵌入的水印的信息信号以及其上存储了带有嵌入的水印的信息信号的存储介质。

10 不断发展的多媒体数据数字化带来了双重的影响，一方面使得信号能更快和更有效地存储、传输和处理，另一方面使复制和伪造这些信号变得非常容易而且不被察觉。随着因特网等计算机网络的发展，关于对多媒体数据版权侵犯等安全问题越来越引起人们关注。问题就是迅速而无差错地进行未经授权的复制或伪造多媒体信息。因此，在如此开放的环境中就需要保存某种版权信息，这种版权信息需要既容易被检测到，又很难被抹去。新近出现的唯一解决办法就是将第二种信息铸入图像、视频或声音数据。被铸入的信息是肉眼察觉不到的，它和原始数据的结合是如此地紧密，以至于无论多媒体数据经受何种处理它都会生存下去，并且和原始数据不分离。这第二种信息通常叫做水印。

20 给图像加水印在本质上是改变图像的象素值的过程，它必须令图像的观察者察觉不到原始图像和加了水印的图像在观感上的变化。任意地改变数目巨大的象素值将会造成可察觉的假象。图像的每一象素值只能改变到不会引起可察觉到的图像质量差异的某个限度。

25 从 WO99/45705 知道在信号中嵌入辅助数据的方法。所述数据被编码成一个或多个基本水印图案的相对位置或相位。为了避免水印检测过程涉及大范围地搜索水印，水印是通过在图像范围内复制叫做“瓦片(tiles)”的较小单元来产生的。而且还要计算局部深度

映射 (Local depth map) 或可见性掩模 (Visibility mask) $\lambda(P)$ (亦叫做局部权重)。在每个象素的位置, $\lambda(P)$ 提供了对相加性噪声的可见性量度。

换句话说, $\lambda(P)$ 提供了对由相加性噪声引起的图像蜕化的局部灵敏度的量度。在实际上它取决于拉格朗日高通滤波器 $L=[-1-1-1;-1 \ 8 \ -1, -1-1-1]$ 的响应幅度。在每个位置, 将瓦片化的水印值乘以所述位置的可见值 $\lambda(P)$ 。由此得到带嵌入的水印的信息信号的方程如下:

$$Q=P+\lambda(P)W \quad (1)$$

这里 P 是信息信号, 水印 W 将要被嵌入其中、产生带有嵌入的水印 W 的信息信号 Q 。

下一步是检测所关心的信号中有没有包含特定的水印图案 W 。将待测信号 Q 与水印图案 W 作相关运算, 其中可以对待测信号 Q 做前置滤波、以提高检测过程的健壮性。如果相关值大于某个阈值时, 就认为检测到水印图案 W 的存在。

在很多情况下, 这是一种用于使水印的能量适合于图像的局部性质的有用方法。基于复杂性和简单性的原因, 通常选择白色谱图案的图案 W , 其中每一频率分量大约具有相同的功率。具体地说, 在没有特别强的方向性选择的图像区域, 所述方法的表现相当良好。但是, 在具有强的方向性选择的图像区域, 例如沿着边缘的区域, 这种用于调配水印强度的方法会在覆盖图像中产生假象。

Knkanhalli 等人在第 6 届 ACM 国际多媒体会议 (1998 年在英国 Bristol 召开) 发表的 “Content Based Watermarking of Images” (“基于内容的图像水印技术”, 还发表在网页 http://info.acm.org/sigmm/MM98/electronic_proceedings/kankanhalli/index.html) 中, 提出了一种基于局部区域图像的内容 (如纹理、边缘和亮度等信息) 的对每一象素的噪声敏感度的新的分析方法。所述方法

可以产生刚好观察到的畸变掩模供将要加水印的图像使用。用伪噪声序列对水印的每一位进行空间扩展和整形，使水印的幅度不超过它所嵌入的图像的象素对噪声的敏感程度。

5 关于人对图像的察觉的研究产生了所谓的“人类视觉系统（HVS）”研究的结果由 Johson 等人写成论文“Signal Compression Based on Human perception(基于人类感性模型的信号压缩)”发表在 Proceeding of IEEE 上（1993 年 10 月，81 卷 10 期，1385-1422 页）。

10 已经知道，人类视觉系统（HVS）对正交噪声的敏感度较平行噪声大，这可以解析为什么在方向性占统治地位的图像区域，尤其是在边缘区域，可以观察到水印假象的原因。

 根据 HVS，在图像某区域的畸变可见性取决于：

 -图像的边缘信息，它是觉察图像的一个非常重要的因素。它的噪声灵敏度最小，因此，保证边缘的完整性对确保图像质量至关重要。

15 -平滑区域与边缘信息一起影响我们的觉察。

 -纹理区的畸变可见度是小的，也就是说，纹理程度强的区域具有非常高的噪声灵敏度；

20 -亮度灵敏度：当噪声的平方均值与背景相同时，在中等灰度值的背景上，噪声是最容易被看见的。换句话说，中等灰度的区域与其它区域比较，对噪声更加敏感。

 由此在将水印嵌入图像之前先根据图像的特定区域对噪声的灵敏度对水印作比例缩放或加权。这确保加水印的区域如果是对变化敏感的话、所引起的畸变最小，而且利用了细节丰富、结构复杂的区域的觉察空间冗余度。

25 从先有技术已知的水印嵌入方法通常没有充分利用觉察的空间冗余度来将水印能量结合到信息信号中。

 本发明的一个目的就是提供一种将水印嵌入信息信号的方法，

其中所述水印与已知的水印相比更具健壮性，同时，水印的检测过程没有改变。还提供用于将水印嵌入信息信号的相应的设备、带有嵌入的水印的信息信号以及其上存储了带有嵌入的水印的信息信号的存储介质。

- 5 根据本发明，通过权利要求 1 中所述的方法、权利要求 6 所述的设备、权利要求 7 所述的信息信号以及权利要求 8 所述的存储介质来实现上述目的。

10 本发明基本想法是，通过从水印图案导出水印的子图案，然后嵌入到图像中，每一个所导出的子图案具有带主导方向的能量谱密度。根据信息信号在上述主导方向上的能量谱来确定上述子图案的局部加权因子，并且利用上述确定的局部加权因子对所述水印子图案进行局部加权。最后将经过局部加权的水印子图案与信息信号相加。这样，可以利用信息信号的取向冗余度将更多的水印能量结合到信息信号中而不会引起可观察到的畸变。

- 15 本发明的一个方面在于根据信息信号在所述主导方向上的局部空间能量谱来确定所述子图案的局部加权因子。因此，可以利用信息信号的空间方向冗余度将更多的水印能量结合到信息信号中去。

 根据本发明的一个方面，在确定局部加权因子时考虑到信息信号的行为。

- 20 本发明的另一方面是，所述子图案的总和近似等于所述水印。因此可以使用检测水印的方法来检测子图案。

 本发明还有一个方面是提供了将水印嵌入到信息信号中的设备。所述设备包括从所述水印图案导出子图案的装置，其中每个子图案的能量谱密度具有主导方向。所述设备还包括：根据信息信号
25 在上述主导方向上的局部能量谱来确定局部加权因子的确定装置；以及使用上述局部加权因子对水印子图案进行局部加权的加权装置。最后，上述设备还包括将经过局部加权的水印子图案与信息信号相加的加法装置。

本发明还具体表现在权利要求 7 所述的带有嵌入的水印的信息信号以及权利要求 8 所述的其上存储有带嵌入的水印的信息信号的存储介质。显然，所述信息信号和所述存储介质还可以进一步发展产生更多的实施例。这些进一步的发展和由此产生的更多的实施例与上面所讲的将水印嵌入信息信号的方法是等同的或类似的，并且被记录在权利要求 1 的各从属权利要求中。

在各从属权利要求中公开本发明的其它最佳实施例。

下面将参考附图更详细地说明本发明及其最佳实施例，附图中：

图 1 示出根据本发明将水印嵌入信息信号中的设备的示意的方框图，以及

图 2 示出用于根据图 1 的将水印嵌入信息信号的设备中的参数确定装置的方框图。

在图 1 中展示了一个将水印嵌入到信息信号中的嵌入器。所述嵌入器包括：图像源 11，它负责产生信息信号 P ；用来确定加权因子 $\lambda(P)$ 及全局深度参数 d 的参数确定装置 16；用加权因子 $\lambda(P)$ 调制水印 W 的调制器 17；将经过调制的水印 $W(P)$ 与全局深度参数 d 相乘的乘法器 18；以及将水印 W 与信息信号 P 相加得到嵌入水印的信息信号 Q 的加法器 12。所得到的加了水印的信息信号 Q 可以存储在存储介质 50 上面。

图 2 将参数确定装置 16 展示得更为详细。所述参数确定装置 16 包括空间数据分析装置 163，它将负责接收信息信号 P 作为它的输入，并在其输出端连接到加权因子确定装置 166 和全局参数确定装置 165。加权因子确定装置 166 产生加权因子 $\lambda(P)$ 作为它的输出信号。全局深度参数确定装置 165 产生全局深度参数 d 作为它的输出信号。

在确定分别用以调制（即相乘）信息信号 P 中的每一象素的加

权因子 $\lambda(P)$ 的时候, 将利用空间数据分析装置 163、根据用于静止图像时人类视觉系统(HVS)的特点对信息信号 P 的空间数据进行分析。例如, 这个步骤可以通过计算众所周知的 JPEG 量化表完成。分析结果提供关于在不被察觉的情况下究竟可以把多少水印能量嵌入到信息信号 P 的相应象素中的信息。根据分析结果求得信息信号 P 中每一个象素的加权因子 $\lambda(P)$, 水印的加权就是将水印象素与相应的局部加权因子相乘, 然后利用上述加法器 12 将加权后的水印加到相应的信息信号的象素值中去。

对于具有强烈方向性选择的图像区域, 例如沿着边界的区域, 已知先有技术调配水印强度的方法在所述覆盖图像的主导方向的垂直方向上会造成假象。造成假象的主要原因是由于水印图案和局部加权因子 $\lambda(P)$ 都是没有方向性的。因为上述局部加权因子 $\lambda(P)$ 对方向是不敏感的, 所以在出现局部主导方向的情况下, 所述水印嵌入方法就会在垂直于局部主导方向的方向上引入水印频率分量。

因此, 在本发明的一个实施例中, 使用子图案导出装置 30 将水印图案 W 分裂成几个子图案 W_i , 如图 1 所示。这里, 每一个子图案都有一个主导方向。为了嵌入水印, 要利用空间数据分析装置 163 来确定在每一个主导方向上的主信号(即信息信号)的能量。所述信息被传递给加权因子确定装置 166, 接下来在这里分别确定各子图案的加权因子。利用乘法器 17 根据所求得的加权因子对每一个子图案 W_i 进行加权然后使用加法器将结果与信息信号相加。通过这种将水印图案分裂成几个子图案 W_i 的方法, 使水印图案有了方向敏感性。通过保证子图案 W_i 的总和等于原图案 W , 对水印的检测仍然可以通过使被检测信号与原母图案 W 相关来获得。

从单个水印图案导出的子图案 W_i 的功率谱密度中, 其大部分能量都集中在方向 i 上(i =水平、垂直、对角线)。

上面所讲的情况可以通过示例得到最好的说明。认为原拉格朗日灵敏度量度是 $L = [-1-1-1; -1 \ 8 \ -1; -1-1-1]$ 。上面已经讲过, 这个

灵敏度量度对方向是不敏感的，但它可以很容易地被分裂成如下四个对方向敏感的量度：

$$\begin{aligned}
 -L_v &= [-1 -1 -1; 2 \ 2 \ 2; -1 -1 -1] \\
 -L_h &= [-1 \ 2 \ -1; -1 \ 2 \ -1; -1 \ 2 \ -1] \\
 -L_u &= [2 \ -1 \ -1; -1 \ 2 \ -1; -1 -1 \ 2] \\
 -L_d &= [-1 -1 \ 2; -1 \ 2 \ -1; 2 \ -1 -1]
 \end{aligned} \tag{2}$$

这四个方向滤波器 $\{L_i\}$ 具有它们的总和等于原灵敏度滤波器 L 的性质。现在可以构造出方向性的水印图案 W_i

$$W_i = L_i \otimes (L + e)^{-1} \otimes W, \tag{3}$$

这里， e 是小的正常数，其作用是防止在 L 为零时产生奇异性。作了上述定义(i)后，图案 W_i 具有相对于滤波器 L_i 的主导方向，而四个模式的总和近似等于原(“母”)图案 W 。

$$W = W_v + W_h + W_u + W_d \tag{4}$$

据此，可以将局部加权因子 $\lambda(P)$ 变成四个局部加权因子矩阵或四个深度矩阵 $\Lambda = \Lambda_v + \Lambda_h + \Lambda_u + \Lambda_d$

水印嵌入公式现在变成成为

$$W = P + d \sum |L_i| W_i \tag{5}$$

这里 d 表示全局水印强度。应当指出，在纹理区域没有方向倾向，此嵌入公式实际上等价于原本无方向性的嵌入方法

$$Q = P + d|L|W \tag{6}$$

由于四个图案中的每一个都与母图案有很强的相关性(约为 W 自相关性的 $1/4$)，故仍然可以使用与单个图案 W 的相关性来检测

水印的存在。

水印检测可以用 WO99/45 705 所述的方法进行。因此，可以应用已知水印检测方法。

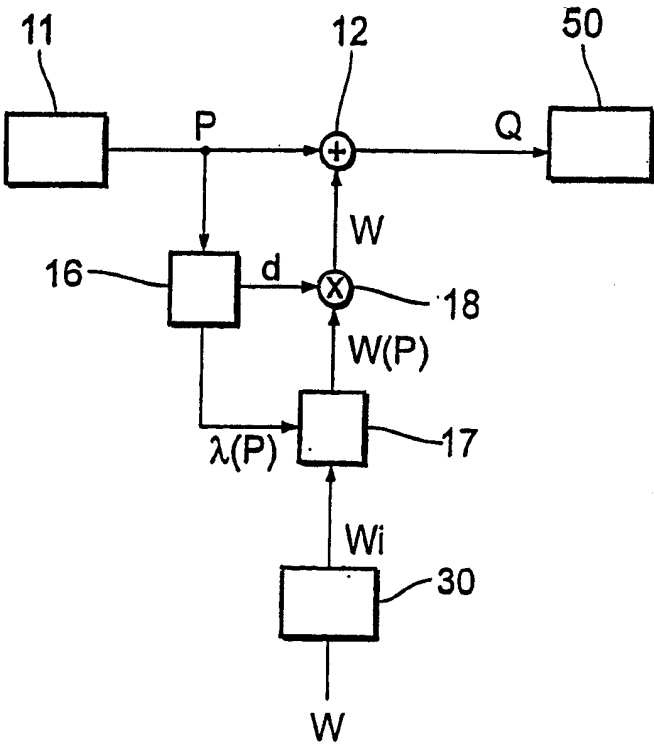


图 1

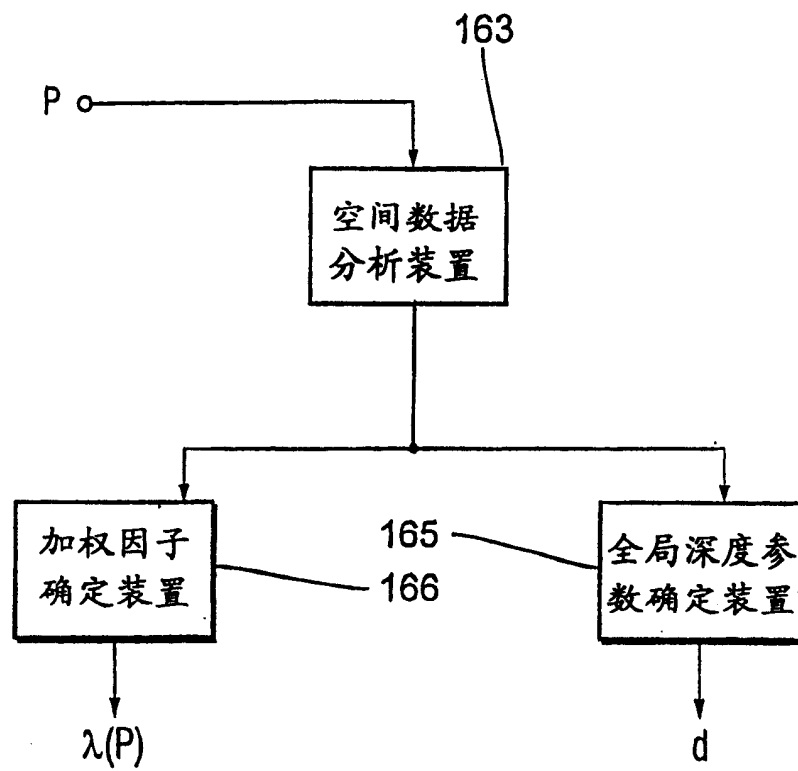


图 2