

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G10L 19/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200480036988.1

[43] 公开日 2007年1月10日

[11] 公开号 CN 1894741A

[22] 申请日 2004.11.24

[21] 申请号 200480036988.1

[30] 优先权

[32] 2003.12.11 [33] EP [31] 03104633.7

[86] 国际申请 PCT/IB2004/052526 2004.11.24

[87] 国际公布 WO2005/059897 英 2005.6.30

[85] 进入国家阶段日期 2006.6.12

[71] 申请人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 M·范德维恩 A·N·勒马

[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

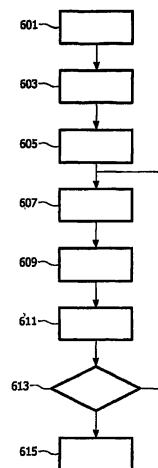
权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 4 页

[54] 发明名称

用于检测信号中的水印的方法和设备

[57] 摘要

本发明涉及一种用于利用通知检测来检测水印的系统。接收可能具有嵌入式水印的第一信号(601)作为与原始信号相对应的第二信号。将所述信号分段(605)成信条片段。对于每一个信条片段,响应于这些部分中的第一和第二信号为第一部分确定第一特性曲线以及为第二部分确定第二特性曲线。具体地说,确定平均包络之间的比率。因此,第一和第二特性曲线表示在水印信条期间包络的变化。根据第一和第二特性曲线来确定水印信条估计值(611)。将所估计的水印信条的序列同参考水印信条相比较并且依据比较结果来判断水印信条是否存在(615)。本发明尤其适用于改进的倍增水印的检测。



1. 一种检测第一信号中的水印的方法，所述方法包括下列步骤：

接收 (601) 可能具有嵌入在原始信号中的水印的第一信号；

接收 (603) 与原始信号相对应的第二信号；

将所述信号分段 (605) 成多个片段，每一个片段都与水印符号相对应；

并且对于每一个片段执行下列步骤：

响应于所述片段的第一部分中的第一信号的数据值集合和第一部分中的第二信号的数据值集合来确定 (607) 第一部分的第一特性，

响应于所述片段的第二部分中的第一信号的数据值集合和第二部分中的第二信号的数据值集合来确定 (609) 第二部分的第二特性，以及

响应于第一特性和第二特性来确定 (611) 所述片段的水印符号估计值；以及

通过将水印符号估计值与参考水印符号图案相比较来判断 (615) 水印是否被嵌入。

2. 根据权利要求1所述的方法，其中确定 (607) 第一特性的步骤包括：确定第一部分中的第一信号的包络特性。

3. 根据权利要求1所述的方法，其中确定 (607) 第一特性的步骤包括：确定第一部分中的第二信号的包络特性。

4. 根据权利要求1所述的方法，其中确定 (607) 第一特性的步骤包括：将第一特性确定为第一部分中的第一信号的包络特性和第一部分中的第二信号的包络特性之间的第一关系。

5. 根据权利要求4所述的方法，其中第一关系是比率。

6. 根据权利要求5所述的方法，其中确定 (609) 第二特性的步骤包括：将第二特性确定为第二部分中的第一信号的包络特性和第二部分中的第二信号的包络特性之间的第二比率，并且确定水印符号估计值的步骤 (615) 包括：将水印符号估计值确定为第一比率和第二比率的数学函数。

7. 根据权利要求6所述的方法，其中所述数学关系包括减法。

8. 根据权利要求1所述的方法，其中水印符号的符号形状基本上是双相窗符号形状。

9. 根据权利要求1所述的方法，还包括响应于水印符号的符号形状来确定第一特性的属性的步骤。

10. 根据权利要求1所述的方法，还包括提取第一信号的第一部分并且通过仅仅处理第一部分来执行分段和水印符号估计的步骤。

11. 根据权利要求1所述的方法，其中提取第一部分的步骤包括滤波第一信号。

12. 根据权利要求1所述的方法，其中所述水印是倍增水印。

13. 一种用于检测第一信号中的水印的设备，所述方法包括：

用于接收可能具有嵌入在原始信号中的水印的第一信号的装置(501)；

用于接收与原始信号相对应的第二信号的装置(503)；

用于将所述信号分段成多个片段的装置(505、507)，每一个片段都与水印符号相对应；和

作用于每一个片段的装置(509、511、513)，对于每一个片段，该装置

响应于所述片段的第一部分中的第一信号的数据值集合和第一部分中的第二信号的数据值集合来确定第一部分的第一特性，

响应于所述片段的第二部分中的第一信号的数据值集合和第二部分中的第二信号的数据值集合来确定第二部分的第二特性，以及

响应于第一特性和第二特性来确定所述片段的水印符号估计值；以及

用于通过将水印符号估计值与参考水印符号图案相比较来判断水印是否被嵌入的装置(515)。

用于检测信号中的水印的方法和设备

技术领域

本发明涉及一种用于检测信号中的水印的方法和设备,具体地然而并非排它地讲,涉及倍增水印的检测。

背景技术

版权资料的非法发布使版权所有者丧失了对这个资料的合法版权,并且可能会给这种违法发布的资料的供应商带来促使继续非法发布的利润。考虑到例如因特网所带来的传送简易性,想要受到版权保护的内容资料,比如艺术再现或具有受限发布权利的其它资料,易遭到大规模的非法发布。

特别是,诸如音乐或视频项之类的内容项目前招引了大量的未经授权的和拷贝。这在一定程度上是由于新技术带来了发布和拷贝的实用性及可行性的提高。例如,用于存储和传输压缩音频文件的 MP3 格式能够进行大规模的可用录音的发布。举例来说,一首歌曲的 30 或 40 兆字节的数字 PCM(脉冲编码调制)录音能够被压缩成 3 或 4 兆字节的 MP3 文件。利用标准的 56kbps 拨号连接到因特网,在几分钟后就能将这个 MP3 文件下载到用户的计算机上。这例如可能会使恶意方能够提供直接的拨号服务以供下载 MP3 编码的歌曲。此外,宽带因特网连接的传入促使了诸如 MPEG 视频之类的甚至更大文件的下载。MP3 编码的歌曲的非法拷贝随后能够利用软件或硬件设备来再现或是能被解压缩并存储在可记录的 CD 上以供在常规的 CD 播放器上播放。

已经提供了许多用于限制防止拷贝的内容资料的再现的技术。安全数字音乐创始(SDMI)等等主张使用"数字水印"来防止未经授权的拷贝。

根据上述情况,可以使用用于防止拷贝的数字水印。然而,数字水印的使用不限于防止拷贝而是还可以被用于所谓的法庭追踪,其中将水印嵌入在例如经由电子内容传送系统发布的文件中,并被用于例如追踪因特网上非法拷贝的内容。此外,水印还能够用于监视

广播电台（例如，商业广告节目）；或者用于验证目的等。

已经提供了用于直接在编码的比特流中嵌入水印的技术。这种技术时常被称为比特流水印。此外，在 PCT 专利申请 W001/49363A1 的 ‘method and System of Digital Watermarking for Compressed Audio（用于压缩音频的数字水印的方法和系统）’ 中或者在 Christian Neubauer 和 Jurgen Herre 所著的 ‘Audio Watermarking of MPEG-2 AAC Bitstreams（MPEG-2 AAC 比特流的音频水印）’（第 108 次会议，巴黎，2000 年 2 月，美国声频工程学会，预印版本 5101。）中可以找到比特流水印的说明。

还已经提出了用于直接在未压缩的信号（也称为基带信号）中嵌入水印的技术，并且存在几种用于在原始的未压缩信号中嵌入水印的已知技术。例如，可以将水印直接嵌入在随后可以被编码的 PCM（脉冲编码调制）信号中。

在 A. N. Lemma、J. Aprea、W. Oomen 和 L. van de Kerkhof 所著的 "A temporal domain audio watermarking technique（时间域音频水印技术）"（有关信号处理的 IEEE 学报，第 51 卷，第 4 期，2003 年 4 月，第 1088-1097 页，电子和电气工程师协会）中可以找到用于在基带信号中嵌入水印的水印系统的例子。

当然，水印检测过程的性能和特性是基于水印的系统成功的主要因素。根据上面所述的解决方案的用于检测嵌入式水印的方法包括两阶段的解决方案，其中：在第一阶段估计单独的水印符号，多个所估计的水印符号与第二阶段中的已知水印图案相关，并且依据相关度来作出检测判断。在 A. N. Lemma、J. Aprea、W. Oomen 和 L. van deKerkh 所著的 "A Temporal Domain Audio Watermarking Technique（时间域音频水印技术）"（有关信号处理的 IEEE 学报，第 51 卷，第 4 期，2003 年 4 月，第 1088-1097 页，电子和电气工程师协会）中可以找到这种水印检测方法的更多细节。

然而，尽管这样的检测器具有水印检测的用途，但是它对可能影响性能的噪声敏感。噪声例如可以包括例如公共信号处理（例如，音频压缩，动态振幅压缩，等等）所引入的失真或广播链中所引入的噪声。噪声可能会令检测器表明信号包括水印不过呈现不出任何东西或者所述检测器可能没能检测嵌入在信号中的水印。所以，如

果能够实现性能改善特别是检测精确度提高则它将是有益的。

此外，在实际的实施方式中，重要的是使水印检测的复杂度和计算要求最小化。然而，性能改善和检测的可靠性通常是以增加处理和复杂度为代价而实现的。

因此，改进后的水印检测的系统将是有益的并且特别是实现检测性能改善、复杂度降低和/或实施方式简化的系统将是有益的。

发明内容

所以，本发明优选地设法单独地或以任何组合方式减轻、减少或除去上述缺点中的一个或多个。

根据本发明的特征，提供了一种检测第一信号中的水印的方法，所述方法包括下列步骤：接收可能具有嵌入在原始信号中的水印的第一信号；接收与原始信号相对应的第二信号；将所述信号分成多个片段，每一个片段都与水印符号相对应；并且对于每一个片段执行下列步骤：响应于所述片段的第一部分中的第一信号的数据值集合和第一部分中的第二信号的数据值集合来确定第一部分的第一特性，响应于所述片段的第二部分中的第一信号的数据值集合和第二部分中的第二信号的数据值集合来确定第二部分的第二特性，以及响应于第一特性和第二特性来确定所述片段的水印符号估计值；以及通过将水印符号估计值与参考水印符号图案相比较来判断水印是否被嵌入。

发明人的当前发明已经认识到，性能改善可以通过使用所通知的水印检测、特别是通过使用与水印符号相对应的片段的不同部分中的原始信号的信息来实现。

具体地说，本发明实现了在有噪声的情况下水印检测的可靠性提高。此外，与原始信号相关的信息的使用可以在没有不能接受的复杂度或计算资源增加的情况下实现，并且水印检测非常适合于实际的实施方式。

第二信号可以从任何适当的源那里接收并且可以以任何适当的格式来提供与原始信号相关的信息。具体地说，第二信号可以是相同的或者与全部或部分原始信号相似。第二信号的源还可以是外部或内部的源。此外，第一和第二信号可以被一起或独立地接收。

水印符号估计值与参考水印符号图案之间的比较具体地说可以包括：水印符号估计值与参考水印符号图案之间的相关性。

根据本发明的特征，确定第一特性的步骤包括：确定第一部分中的第一信号的包络特性。

包络特性具体地说可以是第一信号的绝对振幅值的总和和/或平均数和/或变化。这可以提供特别适宜的用于估计水印符号的参数。另外或作为选择，第二特性包括确定第二部分中的第一信号的包络特性。

根据本发明的另一个特征，确定第一特性的步骤包括确定第一部分中的第二信号的包络特性。

包络特性具体地说可以是第二信号的绝对振幅值的总和和/或平均数和/或变化。这可以提供特别适宜的用于估计水印符号的参数。另外或作为选择，第二特性包括确定第二部分中的第一信号的包络特性。

根据本发明的另一个特征，确定第一特性的步骤包括：将第一特性确定为第一部分中的第一信号的包络特性与第一部分中的第二信号的包络特性之间的第一关系。

与所接收的信号和原始无水印嵌入的信号相关联的包络特性之间的关系可以提供特别有利的水印符号指示。

根据本发明的另一个特征，第一关系是比率。这个关系可以提供特别有利的性能以及可接受的资源复杂度。

根据本发明的另一个特征，确定第二特性的步骤包括：将第二特性确定为第二部分中的第一信号的包络特性与第二部分中的第二信号的包络特性之间的第二比率，并且确定水印符号估计值的步骤包括：将水印符号估计值确定为第一比率和第二比率的数学函数。

不同部分中的包络特性的比率之间的关系可以为适当的水印符号形状提供特别适宜且准确的存在水印的指示。

根据本发明的另一个特征，所述数学关系包括减法。这可以为确定的水印符号形状提供特别适宜的数学关系，特别是对于基本上双相窗符号形状。

根据本发明的另一个特征，所述方法还包括：响应于水印符号的符号形状来确定第一特性的属性的步骤。

作为选择或者另外，所述方法包括：响应于水印符号的符号形状来确定第二特性的属性的步骤。

例如，取决于水印符号的符号形状，作为选择或者另外考虑振幅特性或能量特性可能是有利的。因此，水印检测对于给定的符号形状来说可能尤其是用户化的。

根据本发明的另一个特征，所述方法还包括：提取第一信号的第一部分并且通过仅仅处理第一部分来执行分段和水印符号估计值的步骤。优选地，提取第一部分的步骤包括滤波第一信号。例如，水印检测可以包括第一信号的带通滤波器。这可以提供改善的检测性能，特别是第一部分的提取可以与水印嵌入中所执行的相似过程相兼容。

优选地，所述水印是倍增水印。

根据本发明的第二方面，提供了一种用于检测第一信号中的水印的设备，所述方法包括：用于接收可能具有嵌入在原始信号中的水印的第一信号的装置；用于接收与原始信号相对应的第二信号的装置；用于将所述信号分成多个片段的装置，每一个片段都与水印符号相对应；和作用于每一个片段的装置，对于每一个片段，该装置响应于所述片段的第一部分中的第一信号的数据值集合和第一部分中的第二信号的数据值集合来确定第一部分的第一特性，响应于所述片段的第二部分中的第一信号的数据值集合和第二部分中的第二信号的数据值集合来确定第二部分的第二特性，以及响应于第一特性和第二特性来确定所述片段的水印符号估计值；和用于通过将水印符号估计值与参考水印符号图案相比较来判断水印是否被嵌入的装置。

通过参考下文中所述的实施例进行阐述，本发明的这些及其它方面、特征和优点将变得明显。

附图说明

将参照附图仅仅按举例的方式来描述本发明的实施例，其中：

图 1 举例说明了根据现有技术的用于嵌入倍增水印的水印嵌入器；

图 2 举例说明了用于根据水印符号来生成水印样本的系统；

图 3 举例说明了适合于图 1 的水印嵌入器的升余弦窗符号形状；
图 4 举例说明了适合于图 1 的水印嵌入器的双相窗符号形状；
图 5 举例说明了根据本发明实施例的水印检测器的框图；和
图 6 举例说明了根据本发明实施例的检测水印的方法。

具体实施方式

下列描述集中在适用于探测倍增水印的本发明的实施例，但是将会认识到的是，本发明不限于这个特定的应用。

最初，将描述用于嵌入倍增水印的系统。该系统与 A. N. Lemma、J. Aprea、W. Oomen 和 L. van de Kerkhof 所著的 "A temporal domain audio watermarking technique (时间域音频水印技术)" (有关信号处理的 IEEE 学报，第 51 卷，第 4 期，2003 年 4 月，第 1088-1097 页，电子和电气工程师协会) 中所述的系统相兼容，在其中可以找到更多细节。

图 1 举例说明了根据现有技术的用于嵌入倍增水印的水印嵌入器。

水印嵌入器接收待加水印的基带信号的样本 $x[n]$ 。所述样本被馈送到具有脉冲响应 $h[n]$ 的基带滤波器 101。因此，滤过信号 $x_b[n] = x[n] * h[n]$ ，其中 $*$ 表示发生卷积运算。滤过信号 $x_b[n]$ 被馈送到乘法器 103，其中它乘以水印样本 $w[n]$ 以产生样本 $x_b[n] \cdot w[n]$ ，其被馈送到按某一数值 α 缩放所述样本的定标单元 105。加法器 107 中将所得的样本值加到原始样本 $x[n]$ 上。因此，水印嵌入器所产生的信号为：

$$y[n] = x[n] + \alpha \cdot x_b[n] \cdot w[n]$$

具体地说， α 相当于可由音质模型动态控制的水印的嵌入强度。

选择水印 $w[n]$ ，使得其与 $x_b[n]$ 的相乘主要地修改 $x_b[n]$ 的短时间包络。

图 2 举例说明了用于根据水印符号来生成水印样本的系统。

首先，有限长度、零均值、均匀分布的随机序列 $w_{di}[k]$ ：

$$w_{di}[k] \in [-1, 1] \text{ 其中 } k=0, 1, \dots, L_v-1,$$

其中 L_v 是水印中符号的数量。照图 2 的系统将水印图案转换成长度为 $L_v \cdot T_s$ 的周期性、缓慢变化的窄带信号 $w_i[n]$ ，其中 T_s 是样本中的

符号长度。

水印符号 $w_{di}[k]$ 在上采样器 201 中按因数 T_s 被向上采样。

$w_{di}[n] = w_{di}[n/T_s]$, 其中 $n=0, T_s, 2T_s, \dots$

否则为 0。

继而, 由卷积元件 203 中的窗口成形函数 $s[n]$ 来滤波上采样信号:

$$w_i[n] = w_{di}[n] * s[n]$$

因此, 窗口形状对应于水印符号的符号形状。继而, $w_i[n]$ 被用作图 1 的水印嵌入器的水印样本 $w[n]$ 。

已经发现水印系统的性能取决于窗口成形函数, 由此将要取决于水印符号形状。图 3 举例说明了适用于图 1 的水印嵌入器的升余弦窗符号形状, 而图 4 举例说明了适用于图 1 的水印嵌入器的双相窗符号形状。下列描述将集中在采用双相窗符号形状的实施例, 不过将会认识到的是, 其它实施例也可以使用其它的窗符号形状。

图 5 举例说明了根据本发明实施例的水印检测器 500 的框图。

所述水印检测器 500 包括接收第一信号的第一接收器 501。第一信号可能或者可能不包括水印, 并且所述水印检测器 500 被设置成检测第一信号是否包括水印。具体地说, 如上所述, 第一信号可能包括嵌入到信号中的倍增水印。

所述水印检测器 500 还包括可操作用于接收第二信号的第二接收器 503, 所述第二信号相当于在嵌入水印之前的第一信号的原始信号。具体地说, 第二信号可能存在于原始信号的信号样本 $x[n]$ 中。

第一接收器 501 耦合于第一分段器 505。在一些实施例中, 第一分段器 505 包括用于处理第一信号以便提取该第一信号的特定部分的装置。具体地说, 如果原始信号 $x[n]$ 被水印嵌入器中的滤波器 $h[n]$ 所滤波, 则第一分段器 505 包括相似的用于提取与水印嵌入器的滤波器相同频率范围的滤波器。

第一分段器 505 可操作用于将所接收的信号划分成多个片段, 其中每一个片段都对应于一个水印符号。在下文中, 为清楚和简明起见, 当前描述将集中在其中使水印嵌入器和水印检测器 500 同步的实施例。然而, 将会认识到的是, 在其它实施例中, 水印检测器 500 可以包括用于使水印检测器 500 与水印嵌入器达到同步以便第一分

段器 505 可以将第一信号分段成适当的符号片段的进一步功能。这种功能例如可以基于本领域众所周知的指纹技术。

所述水印检测器 500 进一步包括耦合于第二接收器 503 且可操作用于将第二信号分段成与水印符号相对应的片段的第二分段器 507。因此，第一和第二分段器 505、507 为每一个水印符号产生同步的样本集合。

第一和第二分段器 505、507 耦合于可操作用于确定每一个水印符号的部分或间隔的第一特性的第一部分处理器 509。

在所描述的实施例中，第一部分处理器 509 每次处理一个水印符号。最初，第一部分处理器 509 选择对应于当前水印符号的特定部分的当前水印符号的样本集合。然后，继续响应于给定部分中的第一信号的数据值以及给定部分中的第二信号的数据值，确定这个部分的第一特性。具体地说，第一部分处理器 509 产生表明第一部分中的两个信号的包络特性的第一特性。因此，第一特性表示在水印符号周期的特定间隔中可能加水印的信号和原始信号的相对包络特性。

类似地，第一和第二分段器 505、507 耦合于可操作用于确定与不同的第二部分或每一个水印符号的间隔相关的第二特性的第二部分处理器 511。

在所描述的实施例中，第二部分处理器 511 每次也处理一个水印符号。类似于第一部分处理器 509，第二部分处理器 511 也选择对应于当前水印符号的特定（但不同）部分的当前水印符号的样本集合。然后，继续响应于给定部分中的第一信号的数据值以及给定部分中的第二信号的数据值，确定这个部分的第二特性。具体地说，第二部分处理器 511 产生表明第二部分中的两个信号的包络特性的第二特性。因此，第二特性表示在水印符号周期的特定间隔中可能加水印的信号和原始信号的相对包络特性。

具体地说，在所描述的实施例中，第一和第二部分处理器 509、511 执行相同的处理，但是对水印符号的不同部分执行的。因此，第一和第二特性表示给定参数（或参数组合）可能怎样在水印符号的不同部分中变化。因此，取决于水印符号形状，如果水印呈现而不是如果没有水印呈现，则可以假定第一和第二特性以确定的方式变

化。通过响应于原始信号的已知参数确定第一和第二特性，可以预期更可靠且可预测的变化。

第一和第二部分处理器 509、511 耦合于水印符号估计器 513 并且给这个水印符号估计器馈送第一特性和第二特性。水印符号估计器 513 响应于第一和第二特性来估计当前水印符号。对多个水印符号重复所述过程并且将这些馈送到判定单元 515。

判定单元 515 可操作用于将水印符号估计值同参考水印符号图案相比较。具体地说，水印符号估计值与参考水印符号图案相关，并且所述相关性是十分高的，所述判定单元 515 确定水印被嵌入在第一信号中，否则它确定水印未被嵌入。

图 6 举例说明了根据本发明实施例的检测水印的方法。所述方法适用于图 5 的水印检测器并且将参考利用包络特性的特定实施例加以描述。将进一步参考可能具有利用参考图 1 的水印嵌入器描述的所述方法嵌入的水印的信号来描述所述方法。

在步骤 601 中，接收可能包括水印的第一信号。利用滤波器 h_b 滤波第一信号以生成滤过信号 $y_b[n]$ 。滤波器 h_b 相当于水印嵌入器 100 的滤波器 h ，并且具体地说，是与 h 具有相同频率响应的带通滤波器。因此， h_b 如用于水印嵌入那样而简单地提取相同的频带。因此：

$$y_b[n] \approx y[n] = (1 + \alpha \cdot w[n]) \cdot x_b[n]$$

在步骤 603 中，可能从内部源接收第二信号，其相当于加水印前的原始信号 $x[n]$ 。

步骤 603 之后是步骤 605，在其中（滤波后的）第一和第二信号被分段成与水印符号相对应的各个片段。因此，在滤波之后，第一信号被分段成长度为 T_s 的帧。用 k 表示帧数，并且假设 $w_k[n] = w_{di}[k]s[n]$ 是水印符号 $W_{di}[k]$ 的水印信号的第 n 个样本，片段 k 中的加水印的信号是由下式给出的：

$$y_{b,k}[n] = (1 + \alpha \cdot w_{di}[k]s[n]) \cdot x_{b,k}[n]$$

其中 $s[n]$ 是图 4 的双相窗口成形函数，而 $w_{di}[k]$ 是所嵌入的水印序列的第 k 个水印符号的估计值。

在进一步的步骤中，尝试估计给定的已知信号 $y_{b,k}[n]$ 的 $w_{di}[k]$ 。

下列包络值可以根据与水印符号 k 相对应的前半和后半片段来确定：

$$\sum_{n=0}^{T_s/2-1} y_{b,k}[n] = \sum_{n=0}^{T_s/2-1} (1 + \alpha w_{di}[k] s[n]) x_{b,k}[n]$$

$$\sum_{n=T_s/2}^{T_s-1} y_{b,k}[n] = \sum_{n=T_s/2}^{T_s-1} (1 + \alpha w_{di}[k] s[n]) x_{b,k}[n]$$

图 4 的双相窗的粗略近似值可以由下式给出：

$$s[n] = \begin{cases} 0 & \text{for } 0 \leq n < T_s/6 \\ 1 & \text{for } T_s/6 \leq n < 2T_s/6-1 \\ 0 & \text{for } 2T_s/6-1 \leq n < 4T_s/6-1 \\ -1 & \text{for } 4T_s/6-1 \leq n < 5T_s/6-1 \\ 0 & \text{for } 5T_s/6-1 \leq n < T_s-1 \end{cases}$$

插入这个近似值得到下列近似值：

$$\sum_{n=T_s/6}^{2T_s/6-1} y_{b,k}[n] = (1 + \alpha w_{di}[k]) \sum_{n=T_s/6}^{2T_s/6-1} x_{b,k}[n]$$

$$\sum_{n=4T_s/6}^{5T_s/6-1} y_{b,k}[n] = (1 - \alpha w_{di}[k]) \sum_{n=4T_s/6}^{5T_s/6-1} x_{b,k}[n]$$

注意：如果 $|\alpha \cdot w[k]| \leq 1$ 唯一的近似值是 $s[n]$ 的近似值。由于 $y_{b,k}[n]$ （即，带通滤波的水印信号）和 $x_{b,k}[n]$ （即，带通滤波的寄宿信号）都是已知的，水印信号 $w_{di}[k]$ 能够由下式推导而来：

$$w_{di}[k] = \frac{1}{2\alpha} \left(\frac{\sum_{n=T_s/6}^{2T_s/6-1} y_{b,k}[n]}{\sum_{n=T_s/6}^{2T_s/6-1} x_{b,k}[n]} - \frac{\sum_{n=4T_s/6}^{5T_s/6-1} y_{b,k}[n]}{\sum_{n=4T_s/6}^{5T_s/6-1} x_{b,k}[n]} \right)$$

在所描述的实施例中，上述解决方案是用于确定符号估计值的。具体地说，步骤 605 之后是步骤 607，在其中按下式处理来自于 $T_s/6 \leq n < 2T_s/6-1$ 的样本以确定第一特性：

$$c_1 = \frac{\sum_{n=T_s/6}^{2T_s/6-1} |y_{b,k}[n]|}{\sum_{n=T_s/6}^{2T_s/6-1} |x_{b,k}[n]|}$$

因此，步骤 607 包括将第一特性作确定为第一和第二信号的包络特性。

步骤 607 之后是步骤 609, 在其中按下式处理来自于 $4T_s/6-1 < n < 5T_s/6-1$ 的样本以确定第二特性:

$$c_2 = \frac{\sum_{n=4T_s/6}^{5T_s/6-1} |y_{s,k}[n]|}{\sum_{n=4T_s/6}^{5T_s/6-1} |x_{s,k}[n]|}$$

因此, 步骤 609 包括将第二特性确定为第一和第二信号的包络特性。

步骤 609 之后是步骤 611, 在其中按下式根据第一和第二特性来估计水印符号:

$$w_{dl}[k] = \frac{1}{2\alpha} (c_1 - c_2)$$

步骤 611 之后是步骤 613, 在其中确定是否已经估计出水印序列的所有水印符号。如果没有, 所述方法返回到步骤 607。否则, 所述方法继续步骤 615, 其中所估计的水印符号序列与参考水印符号图案相关。如果所述相关性超过阈值, 则判定第一信号包括水印, 而如果低于阈值, 则判定第一信号不包括水印。

因此, 所描述的实施例提供了一种用于具有高性能且特别是具有高水印检测可靠性的检测水印系统。此外, 所述方法特别适合于固件或软件处理单元形式的实施方式并且可以以较低的复杂度来实现。

用于估计水印符号的确切参数和特性可能取决于水印符号的确切符号形状。所以, 可以响应于水印符号的符号形状来确定第一特性和/或第二特性的属性。例如, 可以确定不同符号形状的不同公式和等式, 并且取决于所用的特定符号形状, 可以改变所述操作。

本发明能够以任何适宜的形式实现, 包括硬件、软件、固件或这些的组合任何。然而, 优选地, 本发明是作为运行在一个或多个数据处理器和/或数字信号处理器上的计算机软件实现的。本发明实施例的元件和组件可以以任何适宜的方式物理地、功能上和逻辑地实现。实际上, 所述功能可以以单个单元、以多个单元或者作为其它功能单元的一部分来实现。照此, 本发明可以以单个单元来实现或者可以物理地和功能上地在不同的单元和处理器之间发布。

尽管已经结合优选实施例描述了本发明, 但是并不意在限于这里所述的特定形式。相反, 本发明的范围仅仅由所附的权利要求加以

限定。在权利要求中，术语“包括”不排除其它元件或步骤的存在。此外，尽管分别地列出，多个装置、元件或方法步骤可以由例如单个单元或处理器来实现。另外，尽管可以将单独的特征包含在不同的权利要求中，这些可以被优选地加以组合，并且不同权利要求中的包含不意味着特征的组合是不可行的和/或没有利的。另外，单独的引用不排除多个。因此，对“一”、“一个”、“第一”、“第二”等等的引用不排除多个。

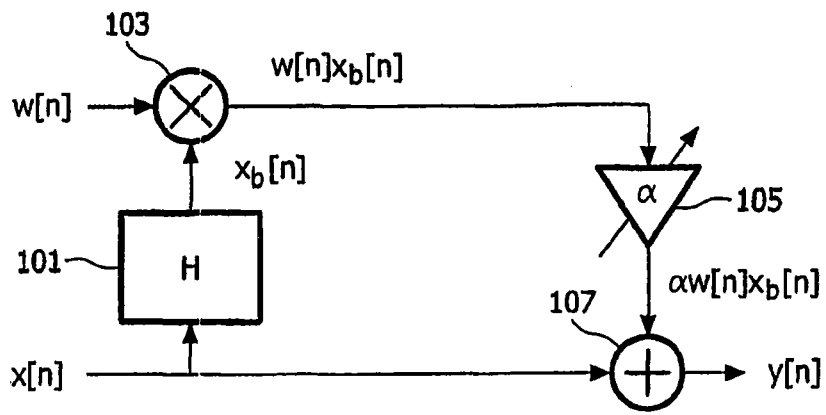


图 1

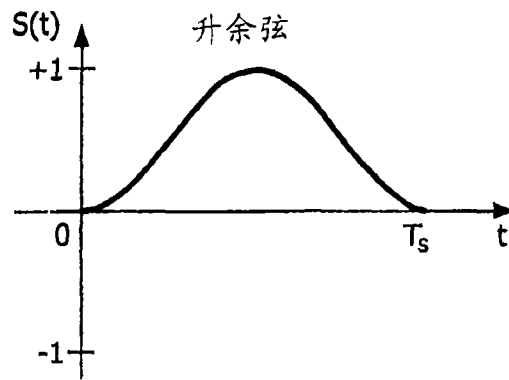


图 3

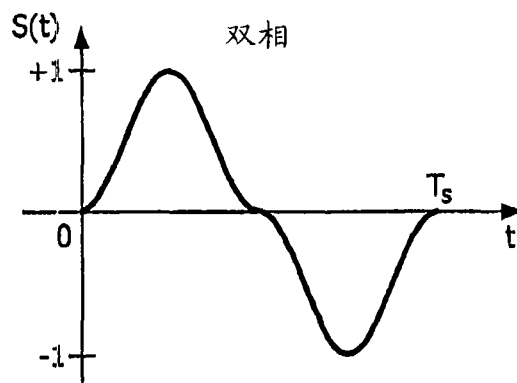


图 4

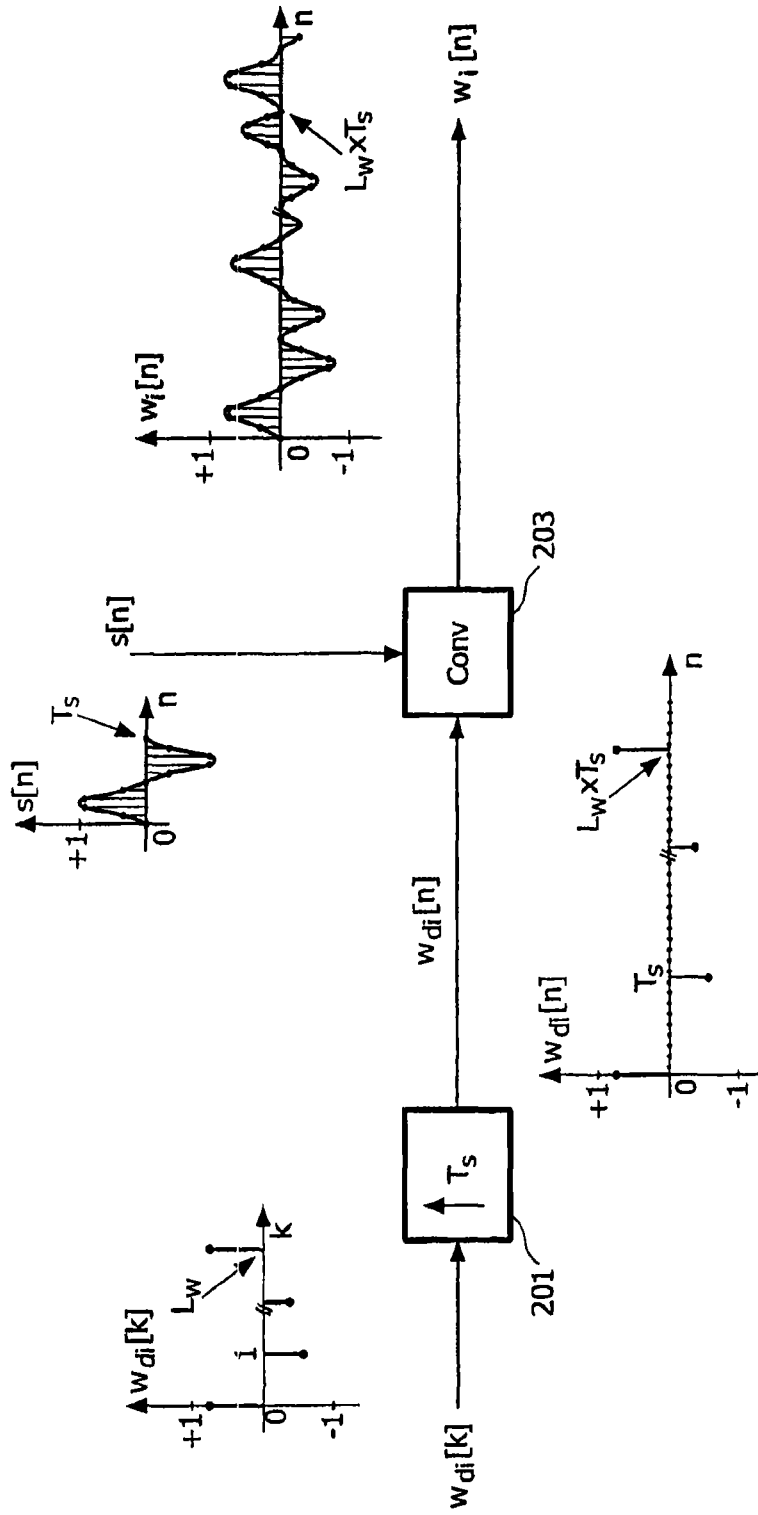


图 2

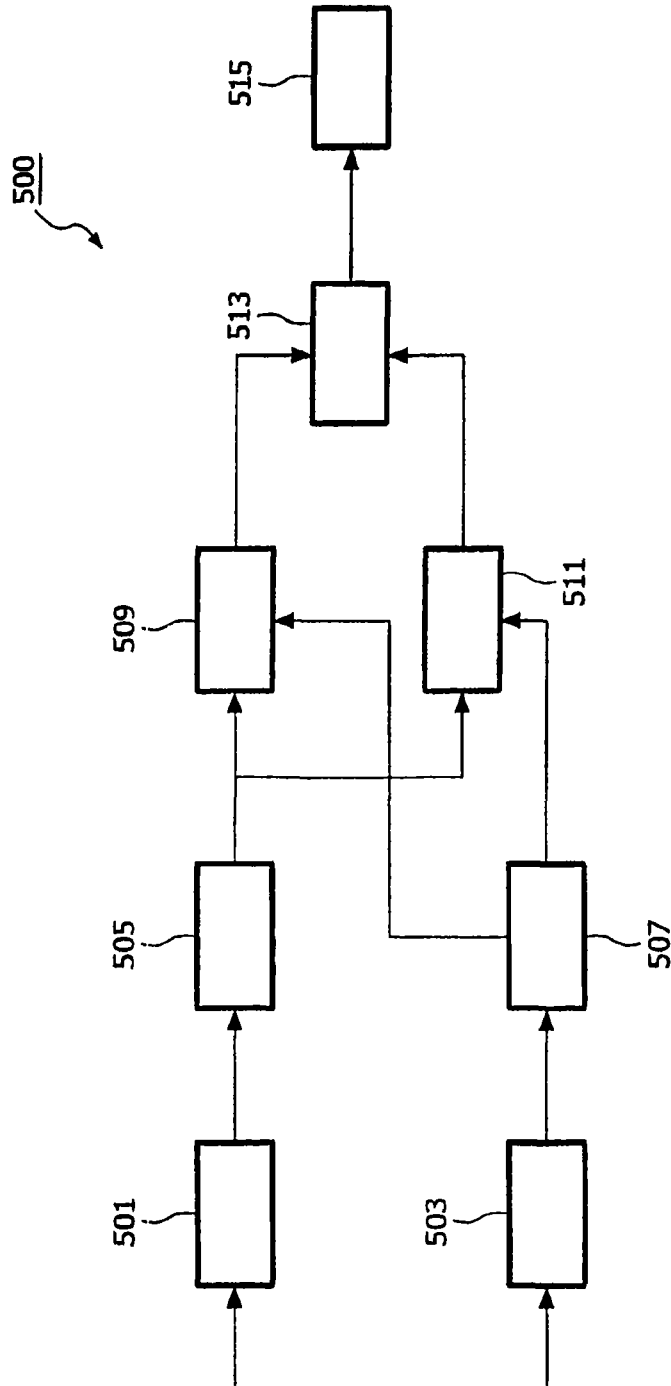


图 5

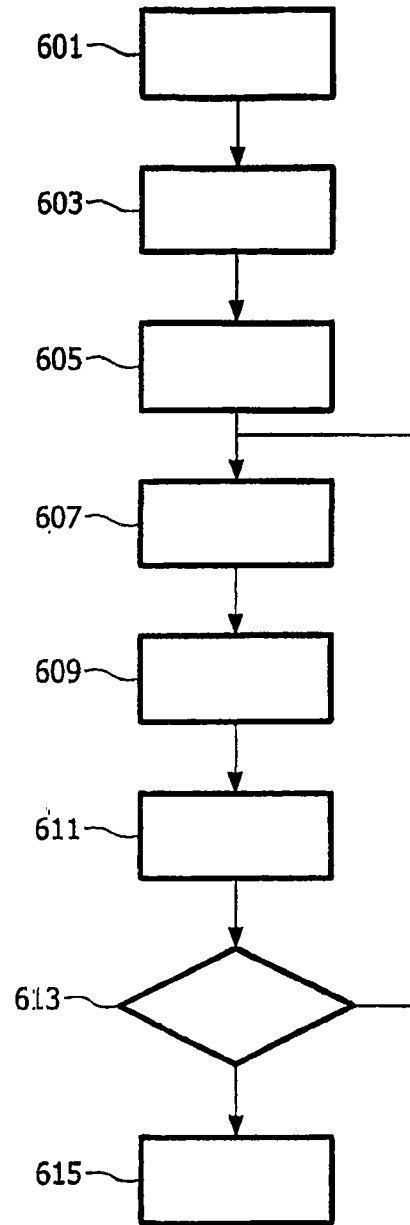


图 6