

文章编号:1671-4679(2005)01-0030-04

基于最低有效位的数字水印技术

安 波, 许宪东, 王亚东

(黑龙江工程学院 计算机科学与技术系, 黑龙江 哈尔滨 150050)

摘要:信息隐藏技术包括隐写术和数字水印技术。位图的最不重要位隐藏技术是当今流行的基于图像的信息隐藏技术。首先介绍了数字水印技术的基本原理, 然后详细论述了基于最低有效位的数字水印技术的实现过程, 通过实验给出了嵌入水印后的图像的效果, 最后指出了这种技术的局限性。

关键词:信息隐藏; 数字水印; 最不重要位

中图分类号:TP391.41

文献标识码:A

Digital watermarking based on LSB

AN Bo, XU Xian-dong, WANG Ya-dong

(Dept. of Computer Science & Tchnology, Heilongjiang Institute of Engineering, Harbin 150050, China)

Abstract: Information hiding and information hiding analyse are widely used in many fields in recent years. Steganalysis is the attack on steganography which includes detecting, destroying and cracking. LSB embedding is the very common method to hide message in digital images. Information hiding technologies includes digital watermark and steganography. In the paper, we firstly give the basic principle of digital watermarking techniques. Then we describe the watermarks based on LSB .with the experiment ,we give the images which embedded the watermark. At last , we point out the limits of the techniques.

Key words: information hiding; digital watermarking; LSB

0 引言

数字水印是一种有效的数字产品版权保护和数据安全维护技术,是信息隐藏技术研究领域的一个重要分支。它将具有特定意义的标记(水印),利用数字嵌入的方法隐藏在数字图像、声音、文档、图书、视频等数字产品中,用以证明创作者对其作品的所有权,并作为鉴定、起诉非法侵权的证据,同时通过对水印的检测和分析来保证数字信息的完整可靠性,从而成为知识产权保护和数字多媒体防伪的有效手段。从信号处理的角度看,嵌入载体对象的水印信号可以视为在强背景下叠加一个弱信号,只要叠加的水印信号强度低于人视觉系统(HVS)对比度门限或听觉系统(HAS)对声音的古籍门限,

HVS 或 HAS 就无法感知到信号的存在。由于 HVS 和 HAS 受空间、时间和频率特性的限制,因此通过对载体对象作一定的调整,就有可能在不引起人感知的情况下嵌入一些信息。水印的译码(检测)则是一个有噪停产中弱信号的检测问题。一个完整水印系统的设计包括水印的生成、嵌入和提取三部分。

1 数字水印技术基本原理

1.1 水印的生成

水印信号的产生通常基于伪随机数发生器或混沌系统。产生的水印信号 w 往往需要进一步的变换以适应水印嵌入算法。在这里需要指出的是,原始水印信号也可以预先指定,而在嵌入水印前对

收稿日期:2004-10-10

作者简介:安波(1974~),女,黑龙江工程学院计算机科学与技术系讲师,研究方向:图像处理。

该水印信号可以做适当的变换或者不做变换,密钥可以在水印嵌入过程中产生。

1.2 水印嵌入

水印的嵌入过程如图 1 所示。

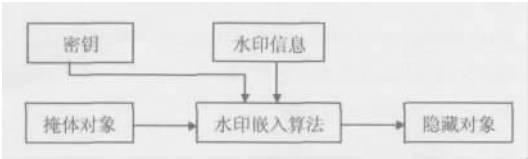


图 1 水印嵌入框图

水印的嵌入就是把水印信号 $W=\{w(k)\}$ 嵌入到产品 $X_0=\{x_0(k)\}$ 中,一般的水印嵌入规则可描述为

$$x_w(k)=x_0(k)\oplus h(k)w(k)$$
 (1)

其中,⊕为某种叠加操作,也可能包括合适的截断操作或量化操作。 $H=\{h(k)\}$ 称为 d 维(声音 1 维,图像 2 维,视频 3 维)的水印嵌入掩码。最常用的嵌入如下:

$$x_w(k)=x_0(k)+aw(k), \text{加法准则}$$
$$x_w(k)=x_0(k)(1+aw(k)), \text{乘法准则}$$
 (2)

在这里,变量 x 既可以指掩体对象采样的幅值(时域),也可以是某种变换的系数值(变换域);参数 a 可能随采样数据的不同而不同。早期许多水印嵌入算法都采用时域方法和加法准则,近年来,变换域算法得到了研究。

1.3 水印的提取和检测

水印的提取和检测可以作用于任何产品,提取和检测时可以需要原始产品的参与,也可不需要原始产品的参与。但将水印技术用于产品的网络发布和传播时,在检测时使用原始产品则是个缺陷,因此当前大多数的水印检测算法不需要原始产品的参与。

图 2、图 3 分别是水印提取与水印检测框图。虚线部分表示在提取或判断水印信号时原始产品不是必需的。



图 2 水印提取框图

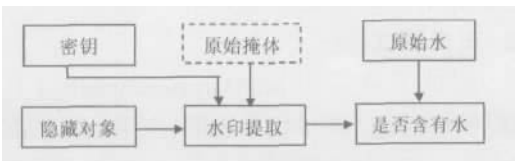


图 3 水印检测图

2 基于最低有效位的数字水印技术

2.1 基本原理

以一幅 256 色(8 bit)灰度图像 $A(N_a\times M_a)$ 作为掩体对象,嵌入对象可以是任何一种数据,这里以另外一幅 256 色灰度图像 $B(N_b\times M_b)$ 为例。要利用 A 的冗余信息来隐藏 B ,一定要有 $N_a\times M_a>N_b\times M_b$ 。当然这是要求在要求 B 不经过压缩而被隐藏的情况下所需的条件。

基于最低有效位的图像信息隐藏技术,实际上是利用图像的视觉冗余。对于灰度图像,人眼不能分辨全部 256 个灰度等级,4 个左右灰度等级的差异人眼是不能区别的。而当对比度比较小时,人眼的分辨能力更差。我们先看看 8 bit 数据的各数据位对图像的影响。将 lena 图像各像素位分别提取出来并转换成二值图像所得到的结果如图 4 所示。

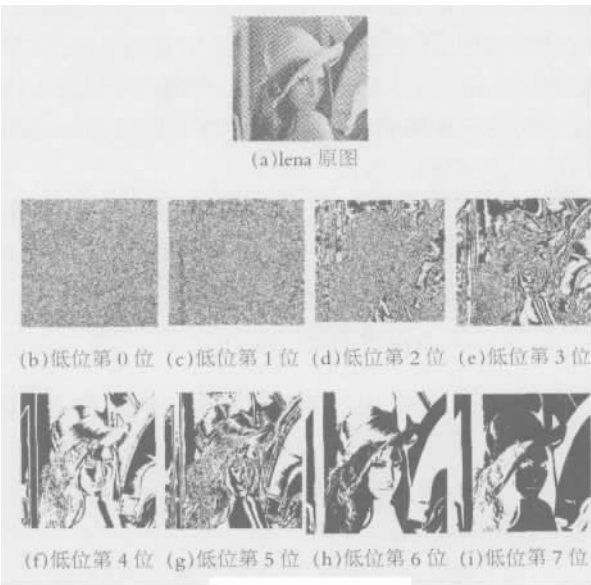


图 4 各位平面图

可以看到,数据的最低两位看起来像噪声,在视觉上与原图像没有相关性;从低位第三位才能看出与原图有较少的联系;第五、六、七位包含了图像的大部分信息。

从各位对像素值的影响的分析看,最低一位的改变对原数值的影响仅为 1;第二位的影响为 2,每三位为 4,每四位为 8,依次类推。越高位对原数值的影响越大,即可以利用低位对视觉的低相关性,将嵌入对象的数据存放到最低的几位中来隐藏信息。

2.2 水印的实现过程

1) 嵌入对象的预处理

利用最低有效位的图像信息隐藏算法设计简

单,容易实现,但是也正因为这样,使得即使是初学者也很容易将嵌入的数据提取出来。虽然只考虑被动看守者,但是如果能利用图像的置乱变换得到噪声效果,那么,即使看守者提取出了嵌入的数据,如果他不知道置乱变换的方法和密钥,他可能会把嵌入数据当作噪声而忽略,从而加强了数据的隐蔽性,同时这种方法并不会增加需要嵌入的数据量。

2) 确定可嵌入的信息量

可嵌入的信息量是指掩体对象中可容纳的信息量,是最终可以嵌入的信息量。如果原水印信息不经过预处理,那么这个信息量与水印信息量直接相关,如果水印信息经压缩、加密编码,则可嵌入信息量与编码后的信息量相关。在本文中,主要研究掩体对象隐藏水印信息和检测水印信息,所以不对水印做预处理。

利用最低有效位隐藏信息,可嵌入的信息量根据使用的最低有效位的位数而定。如果使用最低一位,则可嵌入的信息量是原图像信息的 $1/8$,如果是最后两位,则是 $1/4$ 。使用的位数越小,则嵌入信息对原图像的影响就越小。因此在原图像足够大的情况下,使用的位数越少越好。

令原图像点阵图大小为:宽 W 像素,高 H 像素,颜色分量数为 N ,每一颜色分量用 B 位,使用 b 位用于嵌入信息,则图像可嵌入的信息量 M 为

$$M = \frac{W \times H \times b}{8} \quad (b < B) \quad (3)$$

3) 实验中采用的算法如下(用 JAVA 描述、实现)

对于 $M \times N$ 的 8 位灰度点阵图像,使用最低一位有效位嵌入信息。

(1) 确定原图像有足够的容量嵌入待嵌入信息。

```
int loX, loY;
loX = sourceImage.getWidth();
loY = sourceImage.getHeight();
int infoCap;
if (imgType == ColorSpace.TYPE_GRAY){ //判断为灰度图
    infoCap = loX * loY * 1 / 8;
    if (infoCap < msg.length){
        throw new Exception ("Source image has not enough capacity to contain the showed message");
    }
} else {
    throw new Exception ("Unexpected image type");
}
```

(2) 将隐藏信息,按位嵌入原图像中。

```
TiledImage ti = new TiledImage(sourceImage, true);
WritableRaster wr = ti.getWritableTile(0, 0);
int [] tmpSourcePixel = new int[3];
for(int i = 0; i < loX ; i++){
    for(int j = 0; j < loY ; j++){
        sourceImage.getData().getPixel(i,j,tmpSourcePixel);
        tmpSourcePixel[0] &= 0xFFFE;
        int a = (i * loY + j) / 8;
        if( a < msg.length){
            int charV = msg[a];
            int vw = ((i * loY) + j) % 8;
            int BitValue = (charV & BIT_MASK[vw]) >> vw;
            tmpSourcePixel[0] ^= BitValue;
        }
        wr.setPixel(i,j,tmpSourcePixel);
    }
}
```

上面的算法将一串信息直接嵌入到图像的最低一位中。若信息需要保密,则需要在嵌入前对数据加密。这种水印有较弱的鲁棒性,当图像处理,即能够直接影响灰度值的操作,如压缩、锐化、雾化、旋转等处理后,信息很容易丢失或出错,以至于水印不能正确被检测到。

将 10K 文字水印信息 (信息是 0123456789 的重复字符串)嵌入到图像中,嵌入后如图 5 所示。



图 5 加入信息后的 lena 图

当嵌入的信息量较之图像所能容纳信息量差别较大时,如 1:10 或更大,可重复多次嵌入信息以期在变换过程中,有部分信息被保留。这种方法同样不能适用于对嵌入后图像进行大范围的变换或压缩。

3 攻击测试

3.1 攻击方式

对图像的攻击通常是对图像进行变换,使图像中包含的水印信息发生错误或丢失。对于无意或是有意的变换都可能使信息错误。如:人为添加噪声、拉伸、扭曲、雾化、旋转等。

3.2 攻击测试

测试工具采用 StirMarkBenchmark_4_0_129,模拟多种攻击。测试结果表明,使用 LSB 方式嵌入的水印信息的图像在被攻击后,水印信息很容易被破坏,基本上检测不到水印信息。

4 结束语

本文分析位图信息的低位信息特征,介绍了 LSB 信息隐藏技术的基本原理及实现方法。LSB 信息隐藏技术应用简单,成本低,可容纳的信息量大,适合于对水印信息隐藏要求不高的场合。另外,对于基于最低有效位的数字水印技术,在很多方面有待研究:对 LSB 水印隐藏,在图像预处理过程中,可以考虑对嵌入数据进行置乱变换和差错控制编码,还可以对嵌入数据进行一定程度的加密,提高数据的隐蔽程度,作为对信息隐藏的补充,以更好地对抗被动攻击者。如果嵌入对象不要求无损恢复,可以考虑先对其进行压缩,这样可以提高数据嵌入率,尤其对于图像数据,可以轻易得到很高的

压缩比,有利于信息的隐藏。

参考文献

[1] Ingemar J.Cox MattewL.Miller Jeffrey A.Bloom 著,王颖译. 数字水印[M]. 北京: 电子工业出版社,2003.

[2] 王炳熙,陈琦,邓峰森. 数字水印技术[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2004.

[3] 夏煜,郎荣龄. 基于数字图像 LSB 嵌入的检测算法[J]. 计算机工程, 2004, (4).

[4] Voyatzis G, Pitas I. The use of watermarks in the protection of digital multimedia products [J]. Proceedings of IEEE, 1999, 87 (7): 1197–1207.

[5] CoxIJ,KillianJ,LeightonFT Secure Spread Spectrum Watermarking for Multimedia[J]. IEEE Trans Image Processing, 1997, 6(12):1673.

[责任编辑:郝丽英]

(上接第 20 页)

拱坝坝体混凝土的粉煤灰掺量高达 65%,已证明其应用是相当成功的。

3 大掺量粉煤灰高性能混凝土的应用及问题

大掺量粉煤灰高性能混凝土具有优良的力学性能、工作性、耐久性及不容忽视的经济性,因而具有相当强的生命力。大掺量粉煤灰混凝土首先应用于大体积混凝土或基础垫层混凝土,随着碾压混凝土的推广,可用于道路工程、碾压混凝土工程、回填工程、及在房建工程中作为空心砌块和墙体材料等,尤其在对早期强度要求不高或延迟承重的结构中更显其优越性。应用前景十分广阔。

大掺量粉煤灰高性能混凝土存在的问题是:首先,粉煤灰混凝土的早期强度低,对蒸汽养护混凝土不利,预应力混凝土不适用,致使大掺量在观念上仍存在推广障碍。其次,人们普遍认为粉煤灰混凝土的抗碳化性能差,研究表明,由于粉煤灰混凝土微结构密实,水化产物几乎没有 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 存在,碳化作用也就很少了,能保护钢筋不锈蚀。因此,认为大掺量粉煤灰高性能混凝土的抗碳化性能及护筋性能差是没有根据的。第三,强度质量评定指标不合理,粉煤灰混凝土的早期强度低,所以和普通混凝土一样以 28 d 抗压强度作为质量评定指标显然不合适,应考虑采用龄期更长的强度指标作为粉煤灰混凝土的衡量标准,比如 90 d 或更长龄期,则高于不掺粉煤灰的混凝土的抗压强度。第四,现代

混凝土正朝着复合化发展,其成分已经扩大到包括增强材料的范围。比如,对于钢纤维混凝土来说,粉煤灰有助于喷射性能的提高;对玻璃纤维和植物纤维来说,粉煤灰有利于降低碱度,缓和对纤维的侵蚀等等。粉煤灰混凝土在国内还处于科研探索的初级阶段,科研部门对有关的基本理论、应用技术及经济效益都需要加速研究步伐。最后,有待进一步探讨大掺量粉煤灰混凝土中粉煤灰、水泥以及外加剂等粉体间的交互作用及其机理、科学的配合比设计方法,并制定相应的施工及验收规范。

4 结论

水泥混凝土作为最大宗人造材料,其资源、能源与环境问题十分突出,必须及早解决,否则将成为可持续发展的材料,而大掺量粉煤灰混凝土正是大量节约资源、能源,减轻地球环境负荷及维护生态平衡的绿色高性能混凝土,发展大掺量粉煤灰混凝土是实施可持续发展战略的重要举措。

参考文献

[1] 吴中伟. 绿色高性能混凝土与科技创新[J]. 建筑材料学报,1998, (1).

[2] 沈旦申. 粉煤灰混凝土[M]. 北京:中国铁道出版社,1989.

[3] 吴正直. 粉煤灰房建材料的开发与应用[M]. 北京:中国建材工业出版社,.

[4] 杨伯科. 混凝土适用新技术手册[M]. 长春:吉林科学技术出版社,1998.

[责任编辑:张德福]