

· 图像与信号处理 ·

一种基于伪序列码的数字水印技术

卢峰, 刘瀚

(合肥电子工程学院, 安徽 合肥 230037)

摘要:提出了一种基于伪序列的离散小波变换的数字水印方案. 这种方案基于 DWT 域的图像水印嵌入和提取算法, 充分利用了小波变换的时频域特性, 并加入一个伪随机序列. 检测时, 对水印的图像进行塔式分解, 通过计算处理每一层取得的所有相关信息. 经过试验证明, 该算法具有较好的鲁棒性及实用性.

关键词:图像水印; 伪序列码; 离散小波变换

中图分类号: TN911.73

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2010)01-0064-03

Algorithm Watermark Based on a Pseudo-Random Sequence Encryption

LU Feng, LIU Han

(Hefei Electronic Engineering Institute, Hefei 230037, China)

Abstract: An algorithm of the image watermark based on discrete wavelet transform of pseudo-random sequence encryption is presented. Based on the image watermark of DWT and the fetch algorithm, the algorithm makes use of greater time frequency of wavelet transform and uses a pseudo-random sequence encryption. As detecting the image watermark is separated, all of information is achieved through calculating each level. The experiment results indicate that the algorithm possess greater robustness and practical function.

Key words: image watermark; pseudo-random sequence encryption; discrete wavelet transform

图像数字水印是指在原始图像中嵌入秘密的信息——水印来证实该图像的所有权归属或图像的完整性. 目前它作为一种重要的加密手段而得到了广泛的研究与应用.

图像水印处理一般分为水印的嵌入和水印的检测两部分. 在其处理过程中必须注意图像水印的透明性与稳健性. 因为水印的结构和嵌入算法是影响透明性与稳健性的主要因素. 故优化水印结构、改善水印嵌入算法已经成为图像水印的一个重要研究领域^[1]. 水印嵌入算法有很多, 从实现角度看可以分为两类: 空域法和变换域的方法. 空域法通过直接改变图像某些像素的灰度值来嵌入水印, 如 LSB、扩展频域等; 而变换域法先把图像做某种变换, 如 DCT、DWT, 然后改变某些变换系数嵌入水印, 变换域中

嵌入的水印信号能量可以分布到空域的所有像素上, 有利于保证水印的透明性和稳健性, 是水印算法未来的主流趋势.

1 数字水印处理的一般模型与离散小波变换原理

人眼的视觉特性从实验结果来看, 可以看成是一个多信道模型. 视网膜上的图像被分解成某些频段. 只要提高分辨率, 就能够进一步刻画出图像细节的不同物理结构, 从而提高视网膜上的图像成像效果 (图像的这种分解方式称为塔式分解).

图像水印处理就利用了人的上述视觉特性, 实现了水印的嵌入与检测. 从图像处理角度来看, 嵌入水印可以视为在强背景 (原始图像) 下叠加一个弱信

收稿日期: 2009-10-29

作者简介: 卢峰 (1976-), 男, 浙江杭州人, 硕士, 讲师, 研究方向为网络技术应用; 刘瀚 (1970-), 女, 江西石城人, 硕士, 讲师, 研究方向为图像处理.

号(水印)^[2]. 由于人的视觉系统的分辨率受到一定程度的限制, 只要叠加信号的幅度低于对比门限, 就无法感觉到信号的存在. 因此通过对原始图像做一定的调整, 就能够在不改变视觉效果的情况下嵌入一些信息. 而从数字通信角度来看, 上述水印编码(嵌入)可以理解为在一个宽带信道(原始图像)上用扩频通信技术传输一个弱信号(水印), 水印译码(检测)则可看成是一个有噪信号中的弱信号的检测问题.

在图像数字水印处理的相关领域, 离散小波变换因完全能够适应图像的塔式分解特性, 而在近年来受到广泛关注. 小波变换将输入信号分解为低分辨率参考信号和一系列细节信号. 在一个尺度下, 参考信号和细节信号包含了完全回复上一尺度下信号的全部信息. 通过小波变换, 可以把原始图像分解为多频段的图像, 以满足、适应人眼的视觉特性, 并利用这一点实现图像水印信息的嵌入^[3].

2 基于离散小波变换和伪序列码的图像的嵌入和检测

2.1 水印的嵌入

(1) 选择适当的小波基对原始图像和原始水印(水印为图像)均进行塔式分解如图 1 和图 2 所示, 原始图像 V 的不同分辨率的分量用 V_i 来表示, 原始水印的不同分辨率的分量用 W_i 来表示, $i = (1, 2, 3)$.

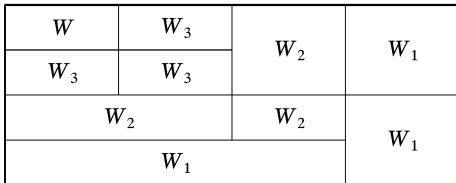


图 1 水印的塔式分解

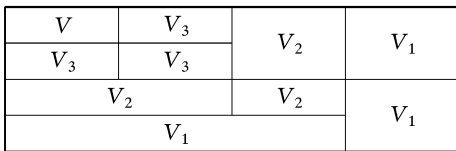


图 2 原始图像的塔式分解

(2) 改变小波变换系数, 完成水印的嵌入, 嵌入后水印的图像 V' 的不同分辨率的分量为

$$V'_i = V_i + a | V_i | W_i$$

(3) 嵌入 pn 伪随机序列.

(4) 对嵌入水印后的小波变换图像进行反变换, 即可得到嵌入水印图像 V'_i .

利用水印嵌入算法, 对原图像进行三层 harr 变

换, 产生水印序列并对其进行排序, 修改幅值较大的 n 个频域成分的幅值, 嵌入水印如图 3 所示, 图 3a、图 3b 两图在放大 200% 的情况下观察, 肉眼无法分辨出任何区别. 而图 3c~图 3e 分别为图 3a 原图经过三层 harr 变换时每层分别得到的图像, 在嵌入了 pn 伪随机序列之后, 最终生成图 3b, 得到了较好的效果.



图 3 水印嵌入算法生成图

2.2 水印的提取与检测

用这种算法嵌入水印和检测水印, 优点在于利用了小波变换快速简单的特点, 使得算法较为简单, 而且嵌入的水印具有很好的稳健性. 水印检测和提取时层次性好, 不需要原始图像的参与. (1) 利用小波变换把加了水印的图像进行塔式分解; (2) 通过计算处理每一层所取得的所有有关 W_i 信息; (3) 检测得到水印与原水印的相识度.

小波域水印检测的一般框图如图 4 所示, 在检测或提取水印时原始图像为可选项.

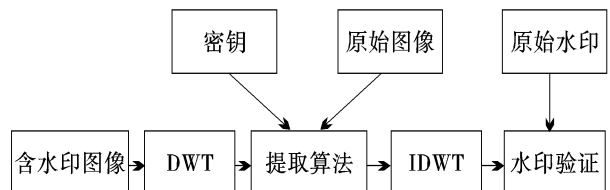


图 4 小波水印检测框图

图 5 为提取水印后的图像与原图. 水印提取和

检测算法首先读取原始图像,对原始图像和序列进行排序,找出嵌入位置(幅值较大的 n 个频域部分),通过反变换提取水印序列,计算各个序列与原来水印序列的相关值.图 5a~图 5c 这幅图在放大 200% 的情况下观察,肉眼无法分辨出差别.提取的水印图像图 5d 与原水印图像图 5e 在放大 200% 的情况下观察,肉眼无法分辨出差别.可见提取算法对图像质量的保护较好,对水印图像也可以进行恢复.



图 5 水印提取算法生成图像

2.3 水印的攻击与算法总结

可以对嵌入水印的图像进行不同的攻击,用以测试该算法嵌入水印的鲁棒性.对鲁棒水印的攻击分为 4 个方面:破坏水印、消除水印、加入假水印、利用水印检测器进行攻击.产生的水印效果图如图 6 所示.图 6a 为破坏和消除处理后,并通过水印提取识别,消除假水印后的水印图像,图 6b 为原水印图像.



图 6 水印攻击图像对比

运用水印攻击的破坏水印,消除水印,加入假水印 3 个方面对水印图像进行攻击.从结果来看,在放大 200% 的情况下观察,可以看到受攻击的水印图像虽与原水印图像有较明显的差别,但仍可以清楚地分辨出水印图像.

在试验中对标准 384×384 的 Lena 图像进行三级小波分解,水印选择 267×107 Copyright(G0) 灰度图,做两级小波分解,小波基函数采用双正交 7/9 小波^[4].在 MATLAB7.0 与 VC++ 下进行仿真试

验.图 7a 为原图,图 7b 为嵌入水印后的图像,无法从肉眼观察出区别.当对原图和含水印的图像进行 JPEG 压缩、污染、剪裁、添加高斯噪声、均匀噪声等常见性破坏性试验后^[5],仍然检测出水印.如图 7c~图 7g 所示.图像本身受到攻击的影响较小,在放大 200% 的情况下观察,肉眼无法分辨出差别,但水印图像本身受到一定的破坏.



图 7 仿真试验生成图像

3 结束语

基于小波变换的特性,将水印嵌入到图像分解后的中低频带,既兼顾了水印的鲁棒性,又保证了水印的透明性.但是这种算法的最大缺陷在于抵抗剪切的能力较弱,一旦嵌入水印后的图像受到大幅的剪切,则仅凭剩下的图像很难恢复出水印图像.因此,该算法需要在这方面做进一步的改进.

参考文献

- [1] 易开祥,石教英,孙鑫.数字水印技术研究[J].中国图像图形学报,2001(6A):114-115.
- [2] 丁纬,阎伟奇,齐东旭.基于离散小波变换的数字图像水印技术[C]//第二届信息隐藏论文集,2000:123-130.
- [3] 卢燕,赵德彬,高文.一种基于离散小波变换的数字图像水印加入与抽取算法[C]//第二届信息隐藏论文集,2000:123-130.
- [4] Clhen A, Daubechies I, Feauveau J C. Biorthogonal bases of compactly supported waveltdts[J]. Communications on Pure and Applied Mathematics, 1992,45:485-560.
- [5] 崔屹.图像处理与分析数学形态学方法及应用[M].北京:科学出版社,2000:15-42.