

基于混沌映射的鲁棒性公开水印*

王宏霞^{1,2+}, 何晨¹, 丁科¹

¹(上海交通大学 现代通信研究所, 上海 200030)

²(西南交通大学 计算机与通信工程学院, 四川 成都 610031)

Robust Public Watermarking Based on Chaotic Map

WANG Hong-Xia^{1,2+}, HE Chen¹, DING Ke¹

¹(Modern Communication Institute, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200030, China)

²(School of Computer and Communications Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

+ Corresponding author: Phn: +86-21-62933320, Fax: +86-21-62829071, E-mail: whongxia@sjtu.edu.cn, http://ee.sjtu.edu.cn

Received 2003-10-09; Accepted 2003-12-08

Wang HX, He C, Ding K. Robust public watermarking based on chaotic map. *Journal of Software*, 2004,15(8): 1245~1251.

<http://www.jos.org.cn/1000-9825/15/1245.htm>

Abstract: A new robust public watermarking algorithm in DCT (discrete cosine transform) domain is presented. Due to good randomness and easy reproducibility of chaos, the watermark is firstly permuted by the hashed chaotic sequence, then a small number of reference points are randomly selected in the middle frequency bands of the DCT domain based on the chaotic sequences, and the batch-type disorder watermark bits are embedded into the neighborhood of every reference point using odd-even quantization. The usefulness of multilevel chaotic keys and privacy of modification to frequency coefficients enhance the security of watermark information. The blind extraction of watermarking information is realized under guaranteeing that a larger capacity and significant binary watermark is hidden. Moreover, a reasonable trade-off between the invisibility and robustness is obtained.

Key words: chaos; public watermarking; robustness; discrete cosine transformation; image processing

摘要: 提出了一种新的 DCT(discrete cosine transform)域鲁棒性公开水印算法。该算法利用混沌随机性好和容易再生的特性,首先用散列处理后的混沌序列置乱水印,而后基于混沌序列在宿主图像 DCT 域的中频带随机选择少量参考点,并在其邻域内用奇偶量化法批量嵌入乱序水印比特。多级混沌密钥的使用与频域系数修改的隐蔽性,加强了水印信息的保密性,在保证隐藏较大容量的有意义二值水印图像的同时,实现了水印信息的盲提取,并在水印的不可见性与鲁棒性之间达到了合理的折衷。

关键词: 混沌;公开水印;鲁棒性;离散余弦变换;图像处理

* Supported by the National High-Tech Research and Development Plan of China under Grant No.2002AA144110 (国家高技术研究发展计划(863)); the Postdoctoral Science Foundation of China under Grant No.2003033304 (中国博士后科学基金)

作者简介: 王宏霞(1973—),女,河北赵县人,博士,教授,主要研究领域为信息隐藏技术,混沌保密通信,智能信息处理;何晨(1952—),男,博士,教授,博士生导师,主要研究领域为新一代无线通信系统理论,智能信息处理与自适应信号处理在通信中的应用,数字信息隐藏的理论和技术,信息论与编码理论;丁科(1980—),男,硕士生,主要研究领域为信息隐藏技术,混沌理论,智能信息处理。

中图法分类号: TP309

文献标识码: A

近几年,数字水印作为一种多媒体数据的版权保护和内容认证的新技术,得到了广泛的研究.鲁棒性水印方案主要用于电子产品的版权保护,它一般应具备不可感知性、鲁棒性、安全性及实时操作等特点^[1].提取水印不需要原作品且水印是一个有意义的图案或文字时称为公开水印或盲水印技术^[2].目前,研究这种水印技术仍然是最富有挑战性的难题.文献[3]提出了一种空域公开水印方案.该方案通过调整被选像素与其邻域像素的大小关系来隐藏水印信息.这种水印方案存在的主要问题是:(1) 嵌入的信息容量有限,如 3×3 矩形区域的面积仅嵌入 1 比特水印信息;(2) 为了保证不可见性,空域中像素值的修改必然不会很大,这将导致水印的鲁棒性较差,为了提高鲁棒性,文中将水印重复 3 次嵌入到图像的不同区域,但这将导致含水印图像的峰值信噪比(PSNR)下降,同时也不利于实时操作.文献[4]基于图像分块的临界噪声阈值矩阵,提出一种基于 DWT(discrete wavelet transform)的鲁棒公开水印技术.文献[5]利用混沌阵列作为水印,嵌入到图像子块的 DCT 次低频系数中,并根据噪声敏感度进行了视觉掩盖,但水印检测只能判断水印的存在与否,并不能判断水印是什么.这种水印方案其实属于半私有水印技术^[2].目前大多数的水印技术都属于这种类型^[5-8].以二值图案作为水印的数字图像的公开水印技术最具有实用价值,如在数字图书馆的版权证明、自动验证和信息监控等方面可以起到重要作用^[3].本文利用混沌随机性好且可确定再生的特性,设计了一种 DCT 域鲁棒性公开水印方案.文中对水印的性能进行了讨论,理论分析和实验结果表明,该水印方案安全可靠,不可见性好,抗 JPEG 压缩、噪声污染、裁减、缩放、滤波等常见图像处理的鲁棒性较强,尤其是对噪声污染和 JPEG 压缩效果更明显,易于实现.

1 混沌序列的散列处理

考虑一维离散混沌映射 $f: U \rightarrow U, U \subset \mathbb{R}$,

$$x_{n+1} = f(x_n, \lambda), \quad x_n \in U, \quad \lambda \in \mathbb{R} \quad (1)$$

其中 $n=1,2,\dots$ 表示迭代次数, λ 是控制系统混沌行为的参数.由式(1)生成的实数混沌序列二值化后可得 $\{0,1\}$ 二值混沌序列,然后顺次取 m 比特可得十进制混沌伪随机序列 $\{a_n | 0 \leq a_n < 2^m, n=1,2,\dots\}$.注意到有限列 $\{a_n | 0 \leq a_n < 2^m, n=1,2,\dots,2^m\}$ 不一定是 $0 \sim 2^m - 1$ 的全排列,本文采用数据结构学中的静态散列表对混沌序列进行预处理.其基本原理是:假设散列表存储空间为 $H[1] \sim H[n]$,每个 $H[i]$ 单元可存放有限列的一个元素, $H[i] (1 \leq i \leq n)$ 的初始值为空,把有限列 $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ 看成是 n 个记录,将其一个一个地填入散列表中,计算地址 $H[a_i]$,若无地址冲突,则直接填入;否则,利用线性探测法求出发生冲突的下一地址,直到找到一个地址非空,然后再填入.散列处理的结果是将有限列中出现重复的元素用一个新的数值代替,使有限列变为 $1 \sim n$ 的随机全排列.因此,用静态散列表可以解决混沌置乱的碰撞问题.

2 提出的水印算法

2.1 水印嵌入

水印的嵌入按加载方法不同分为空域和变换域,变换域水印的一个优点是载体图像的视觉质量较好,因此,本文在 DCT 域中嵌入水印.设原始灰度图像 I 大小为 $M_1 \times M_2$,二值水印 W 大小为 $S_1 \times S_2$,计算 $F = DCT(I)$,得到 DCT 系数阵 $F = \{f(i, j) | 1 \leq i \leq M_1, 1 \leq j \leq M_2\}$.水印的嵌入方法如下:

Step1. 用经过散列处理的混沌序列(其混沌初值作为密钥 K_1)置乱水印 W .

Step2. 定位参考点.给定两个混沌初值(密钥 K_2),分别生成两个混沌序列 $\{p_l | l=1,2,\dots\}$ 和 $\{q_l | l=1,2,\dots\}$,将 $\{(p_l, q_l) | l=1,2,\dots\}$ 作为参考点,其个数大约为水印比特总数的 $1/4$.为了保证水印的不可见性和鲁棒性,参考点限于 DCT 域的中频带.

Step3. 确定要修改的 DCT 系数.给定混沌初值(密钥 K_3),生成混沌序列 $\{c_l | 1 \leq c_l \leq 8, \sum_l c_l = S_1 \times S_2\}$.根据此序列,取每个参考点 8-邻域中的 c_l 个点嵌入乱序水印比特,记所要修改的 DCT 系数为 $\hat{f}(i, j)$.

Step4. 修改 DCT 系数.类似于文献[9]中的方法,奇偶量化 $\hat{f}(i, j)$:

当乱序水印比特与 $\lfloor \hat{f}/\Delta \rfloor$ 的奇偶性相同时, $f_w = \lfloor \hat{f}/\Delta \rfloor \times \Delta + \lfloor \Delta/2 \rfloor + f_d$;

当乱序水印比特与 $\lfloor \hat{f}/\Delta \rfloor$ 的奇偶性相异时,

$$f_w = \begin{cases} (\lfloor \hat{f}/\Delta \rfloor - 1) \times \Delta + \lfloor \Delta/2 \rfloor + f_d, & \hat{f} \in [\lfloor \hat{f}/\Delta \rfloor \times \Delta, \lfloor \hat{f}/\Delta \rfloor \times \Delta + \lfloor \Delta/2 \rfloor) \\ (\lfloor \hat{f}/\Delta \rfloor + 1) \times \Delta + \lfloor \Delta/2 \rfloor + f_d, & \hat{f} \in [\lfloor \hat{f}/\Delta \rfloor \times \Delta + \lfloor \Delta/2 \rfloor, \lfloor \hat{f}/\Delta \rfloor \times \Delta + \Delta) \end{cases} \quad (2)$$

这里, $\lfloor \cdot \rfloor$ 表示取下整数; $f_d = \text{sgn}(\hat{f})(|\hat{f}| \bmod 1)$, $\text{sgn}(\cdot)$ 表示符号函数; $\Delta > 0$, 表示量化步长.

Step 5. 逆 DCT 变换,得到含水印图像 I_w .

从以上过程可以看出,为了确定水印的嵌入位置,我们首先用混沌序列定位参考点,然后在其邻域内批量嵌入水印.在每个参考点邻域中嵌入的水印比特数是随机的,由另一个混沌序列决定,这使得水印的嵌入更加保密.注意到如果存在碰撞、边缘或邻域重叠的参考点,将会对水印的提取造成一定的误判.易见,这类参考点出现的概率是很小的,如果出现,我们将在水印嵌入前丢弃这类参考点.与文献[3]相比,本文的水印方案在 3×3 矩形区域的面积最多可嵌入 8 比特水印信息,这对于较大容量的有意义水印图案的嵌入是很有利的.

2.2 水印提取

水印提取过程中所用密钥 K_1, K_2 和 K_3 与嵌入过程相同,具体步骤如下:

Step 1. 对嵌有水印的图像作 DCT 变换,得到 DCT 系数阵;

Step 2. 给定 K_2 ,在 DCT 系数阵中找到参考点;

Step 3. 给定 K_3 ,确定参考点 8-邻域内嵌有水印的 DCT 系数 f'_w ,按如下方法提取水印比特 w'_p :

$$w'_p = \begin{cases} 0, & \lfloor f'_w/\Delta \rfloor \bmod 2 = 0 \\ 1, & \lfloor f'_w/\Delta \rfloor \bmod 2 = 1 \end{cases} \quad (3)$$

Step 4. 给定 K_1 ,将提取的乱序水印作反置乱,恢复出水印图像.

3 性能分析

3.1 不可见性

不可见性图像水印要求人类视觉系统(HVS)应无法区分含水印图像与原图像之间的差异.由混沌的遍历性可知,水印的嵌入点遍历图像的中频带,使水印比特均匀分布在整个中频带上,频域系数的修改不会集中在一起,这对水印的不可见性是有利的.此外,从频域系数的畸变来看,水印嵌入强度越大,图像的畸变越大,从而水印的不可见性越差.图像频域系数的变化反映了空域像素值的变化,从而影响了图像的视觉质量.从总体上说,频域系数变化越大,空域中像素值的变化也越大,因此,频域系数的变化影响了水印的不可见性.在本文中,我们用 DCT 系数的畸变量 $(f_w - \hat{f})$ 作为衡量水印嵌入强度的测度,也即定量地分析水印不可见性的指标.

令 $d_1 = (\hat{f}/\Delta) \bmod 1$, $d_2 = (\Delta/2) \bmod 1$, 则 $\lfloor \hat{f}/\Delta \rfloor = \hat{f}/\Delta - d_1$, $\lfloor \Delta/2 \rfloor = \Delta/2 - d_2$, 分两种情况加以讨论:

(1) 当 $\lfloor \hat{f}/\Delta \rfloor$ 与水印比特的奇偶性相同时,可以计算 $f_w - \hat{f} = (1/2 - d_1)\Delta - d_2 + f_d$. 注意到 $d_1, d_2 \in [0, 1)$, $f_d \in (-1, 1)$, $\Delta > 0$, 所以 $(f_w - \hat{f}) \in (-\Delta/2 - 2, \Delta/2 + 1)$.

(2) 当 $\lfloor \hat{f}/\Delta \rfloor$ 与水印比特的奇偶性相异时,由式(2)可知:

(i) 当 $\hat{f} \in [\lfloor \hat{f}/\Delta \rfloor \times \Delta, \lfloor \hat{f}/\Delta \rfloor \times \Delta + \lfloor \Delta/2 \rfloor)$ 时, $f_w - \hat{f} = \lfloor \hat{f}/\Delta \rfloor \times \Delta - \Delta + \lfloor \Delta/2 \rfloor + f_d - \hat{f}$, 通过计算得到:

$$(f_w - \hat{f}) \in (-\Delta - 1, -\Delta/2 + 1).$$

(ii) 当 $\hat{f} \in [\lfloor \hat{f}/\Delta \rfloor \times \Delta + \lfloor \Delta/2 \rfloor, \lfloor \hat{f}/\Delta \rfloor \times \Delta + \Delta)$ 时, $f_w - \hat{f} = \lfloor \hat{f}/\Delta \rfloor \times \Delta + \Delta + \lfloor \Delta/2 \rfloor + f_d - \hat{f}$, 通过计算得到:

$$(f_w - \hat{f}) \in (-\Delta/2 - 2, \Delta + 1).$$

从以上计算结果可知,水印在嵌入前后系数总体上的变化范围在 $(-\Delta - 1, \Delta + 1)$ 内.可见,水印的不可见性与

量化步长 Δ 有关, Δ 越大, 水印的不可见性越差.

3.2 鲁棒性

在正确评估和比较一个水印系统时, 水印的不可见性与鲁棒性都是十分重要的, 但二者之间存在着一个折衷, 即提高水印的鲁棒性就要增加水印嵌入强度, 相应地会增加水印的可见性. 水印的鲁棒性要求嵌有水印的载体即使受到一定的扰动, 也应仍然能够恢复水印. 由 DCT 系数的修改过程易见, 只要修改过的 DCT 系数 \hat{f} 的变化限于 $[-\Delta/2, \Delta/2]$ 之内, $\lfloor \hat{f}/\Delta \rfloor$ 的奇偶性就不发生变化, 从而能够正确提取出水印, 因此嵌入的水印具有一定的容错性. 水印的鲁棒性与量化步长 Δ 有关, Δ 越大, 水印的鲁棒性越强. 我们通过调节量化步长 Δ , 可以在不可见性与鲁棒性之间达到合理的折衷. 此外, 由混沌的确定再生性可知, 一旦给定正确的混沌初值(密钥), 所有参考点及各个参考点邻域内水印比特的嵌入位置就能被精确确定, 从而使得水印易于恢复.

3.3 安全性

一个安全的水印系统应满足非法用户不易破坏、移除或伪造水印, 与信息加密技术一样, 数字水印系统也往往使用密钥来加强水印的安全性. 在我们的水印方案中, 水印在嵌入时多次使用混沌序列, 使得嵌入位置更加保密. 设 DCT 域的中频带系数总数为 N , 由混沌序列的伪随机特性可知, 每个参考点 8-邻域中所嵌的 c_l 个水印比特的信息量为

$$H_l = -\frac{1}{(S_1 \times S_2)^{c_l}} \log_2 \frac{1}{(S_1 \times S_2)^{c_l}} - \frac{1}{N} \log_2 \frac{1}{N} - \frac{1}{8} \log_2 \frac{1}{8}, l=1,2,\dots \quad (4)$$

从而可以计算正确提取水印的信息量为 $H = \sum_l H_l$. 此外, 量化步长 Δ 也可以作为密钥来保护水印的嵌入强度.

在不知密钥 K_2 和 K_3 时, 由混沌对初值的极端敏感性可知, 非法用户很难确定水印嵌入的具体位置, 从而不易攻击水印. 即使 K_2 和 K_3 被破解, 提取出了乱序水印, 但未知 K_1 , 乱序水印也无法进行逆置乱操作, 从而也很难恢复和伪造水印. 本文提出的水印方案的安全性除了在于使用三层密钥之外, 还在于量化方法的隐秘性. 在隐藏水印时, 我们对 DCT 系数进行奇偶量化计算的同时保留了原系数的小数部分, 这使得系数的修改在表面上不易被察觉, 从而更便于水印的秘密隐藏.

4 实验结果

为了验证本文水印方案的性能和有效性, 下面给出实验仿真结果. 实验中所用的混沌序列均由 Logistic 混沌映射产生. 原始灰度图像“Lena”大小为 512×512 , 如图 1(a)所示, 取量化步长 $\Delta=25$, 嵌入水印后的图像如图 1(b)所示, 可见水印的不可见性很好. 在正确的密钥下, 图像无任何攻击时提取的水印如图 2(a)所示. 当嵌有水印的图像受扰以后, 所提取的水印会产生一定程度的失真. 为了对提取的水印 $w'(i,j)$ 和原始水印 $w(i,j)$ 之间的失真程度进行度量, 定义水印的失真率(DR)如下^[10]:

$$DR = \frac{\sum_{i=1}^{S_1} \sum_{j=1}^{S_2} |w'(i,j) - w(i,j)|}{S_1 \times S_2} \times 100\% \quad (5)$$

其大小反映了水印算法的鲁棒性. 图 2(b)~图 2(h)分别是含水印图像被裁减 50%面积、JPEG 压缩到原图像文件大小的 50%、加入方差为 52.43 的加性高斯噪声(AWGN)、5 阶低通滤波、双线性插值法放大 2 倍、 3×1 窗口中值滤波、灰度级为 64 的直方图均衡时, 所提取的水印图像及其 DR 值, 可见它们均能提取出视觉可辨认的水印. 表 1 给出了含水印图像受不同程度的裁减、噪声污染和 JPEG 压缩时所提取水印的失真率, 并与文献[10]中的结果进行了比较. 通过比较可知, 本文的水印算法在抗 JPEG 压缩时鲁棒性更突出. 为了从量上进一步说明含水印图像的视觉质量, 我们计算了在 $\Delta=25$ 时, 水印的嵌入所引起的频域系数畸变量, 如图 3 所示. 可见, 水印的嵌入强度符合理论分析的结果. 图 4(a)是在不同的 Δ 下含水印图像的 PSNR, 可见图像的 PSNR 随着 Δ 的增大而降低. 大量文献表明^[1,3,6-10], 当图像的 PSNR > 35dB 时, 水印的不可见性较好. 从图 4(a)中可以看出, 当 Δ 值从 5 增大到 50 时, PSNR 从 57dB 减小到 38dB, 因此本文的水印方案在保证图像视觉质量较好的同时, 能够较大强度地

嵌入水印.图 4(b)是在量化步长取不同值时,常见图像处理下所提取水印的 DR 值,其中图像处理强度与图 2 相同.从图 4(b)可以看出,除了中值滤波以外,其他图像处理下的 DR 值随着 Δ 值的增大,总趋势是减小,AWGN 和 JPEG 压缩受 Δ 的影响较大,同时也说明本文的水印方案在抗这两种图像处理时的鲁棒性最好,而抗中值滤波的鲁棒性则稍差些.其原因是,中值滤波是取滤波窗口内系数的中值,容易消除系数的量化特性,从而减弱水印的鲁棒性.



Fig.1 Results of watermark embedding ($\Delta=25$)
图 1 水印嵌入结果($\Delta=25$)

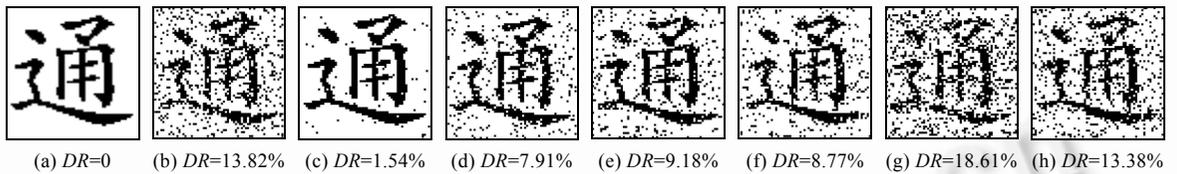


Fig.2 Extracted watermarks with common image processing ($\Delta=25$)
图 2 常见图像处理下提取的水印($\Delta=25$)

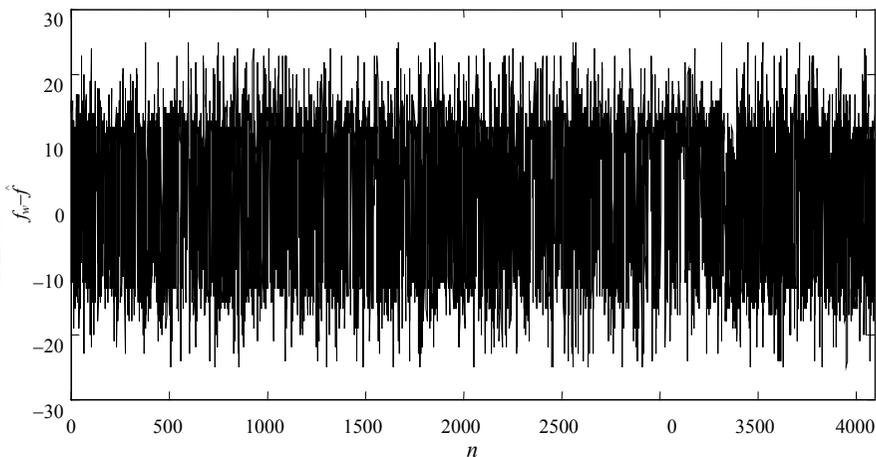


Fig.3 The variety of coefficients introduced by watermark embedding ($\Delta=25$)
图 3 水印嵌入时所引起的频域系数畸变量($\Delta=25$)

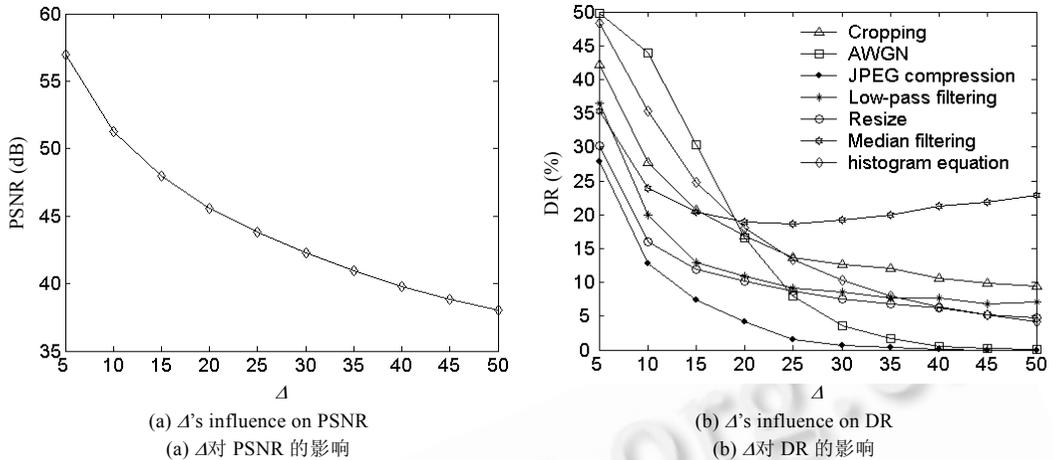


Fig.4 Quantification step's influence on performances of the watermark

图 4 量化步长对水印性能的影响

Table 1 DR (%) of extracted watermarks with different extent image processing ($\Delta=25$)表 1 不同程度的图像处理下提取水印的 DR 值(%)($\Delta=25$)

	Area (%)	5	20	35	50	75
Cropping	DR (%)	0.98	3.15	8.84	13.82	25.52
	Variance	19.66	32.77	52.43	78.64	131.07
AWGN	DR (%)	0.76	2.96	7.91	15.78	26.05
	File size (KB)	146	95	70	57	48
JPEG compression	(ratio) (%)	(100)	(65)	(48)	(39)	(33)
	DR (%)	0	0	2.91	8.13	13.96
	Ref. [10]	0	1.2	11.84	19.76	29.44

5 结 语

本文提出了一种基于混沌特性的鲁棒性公开水印方案,在水印嵌入时多次使用混沌序列,增强了水印比特在载体图像中分布的保密性,此外,保留原图像频域系数小数部分的水印信息隐藏方法,也在一定程度上加强了水印系统的安全性.量化步长可根据不同的图像处理和实际需要灵活调节,由于实现简单且提取水印时不用原图像,因此便于实时操作,理论分析与实验仿真验证了该水印方案的有效性.

References:

- [1] Wu CF, Hsieh WS. Digital watermarking using zerotree of DCT. IEEE Trans. on Consumer Electronics, 2000,46(1):87~94.
- [2] Kutter M, Petitcolas FAP. Fair evaluation methods for image watermarking system. Journal of Electronic Imaging, 2000,9(4): 445~455.
- [3] Zhang J, Wang NC, Shi BC. Public watermarking for digital images. Journal of Computer-Aided and Computer Graphics, 2002, 14(4):365~368 (in Chinese with English abstract).
- [4] Yang HF, Chen XW. A robust image-adaptive public watermarking technique in wavelet domain. Journal of Software, 2003,14(9): 1652~1660 (in Chinese with English abstract). <http://www.jos.org.cn/1000-9825/14/1652.htm>
- [5] Sun TF, Wen Q, Wang SX. Based HVS chaotic array image watermarking algorithm. Acta Electronic Sinica, 2003,31(1):149~153 (in Chinese with English abstract).
- [6] Nikolaidis A, Pitas I. Asymptotically optimal detection for additive watermarking in the DCT and DWT domains. IEEE Trans. on Image Processing, 2003,12(5):563~571.
- [7] Tang CW, Hang HM. A feature-based robust digital image watermarking scheme. IEEE Trans. on Signal Processing, 2003,51(4): 950~959.
- [8] Cheng Q, Huang TS. Robust optimum detection of transform domain multiplicative watermarks. IEEE Trans. on Signal Processing, 2003,51(4):906~924.

- [9] Miyazaki A, Okamoto A. Analysis of watermarking systems in the frequency domain and its application to design of robust watermarking systems. IEICE Trans. on Fundamentals, 2002,E85-A(1):117~124.
- [10] Yen JC. Watermark embedded in permuted domain. IEE Electronics Letters, 2001,37(2):80~81.

附中文参考文献:

- [3] 张军,王能超,施保昌.数字图像的公开水印技术.计算机辅助设计与图形学学报,2002,14(4):365~368.
- [4] 杨恒伏,陈孝威.小波域鲁棒自适应公开水印技术.软件学报,2003,14(9):1652~1660. <http://www.jos.org.cn/1000-9825/14/1652.htm>
- [5] 孙锁锋,温泉,王树勋.基于人类视觉的混沌阵列在图像上的水印算法.电子学报,2003,31(1):149~153.

敬告作者

《软件学报》创刊以来,蒙国内外学术界厚爱,收到许多高质量的稿件,其中不少在发表后读者反映良好,认为本刊保持了较高的学术水平.但也有些稿件因不符合本刊的要求而未能通过审稿.为了帮助广大作者尽快地把他们的优秀研究成果发表在我刊上,特此列举一些审稿过程中经常遇到的问题,请作者投稿时尽量予以避免,以利大作的发表.

1. 读书偶有所得,即匆忙成文,未曾注意该领域或该研究课题国内外近年来的发展情况,不引用和不比较最近文献中的同类结果,有的甚至完全不列参考文献.

2. 做了一个软件系统,详尽描述该系统的各个方面,如像工作报告,但采用的基本上是成熟技术,未与国内外同类系统比较,没有指出该系统在技术上哪几点比别人先进,为什么先进.一般来说,技术上没有创新的软件系统是没有发表价值的.

3. 提出一个新的算法,认为该算法优越,但既未从数学上证明比现有的其他算法好(例如降低复杂性),也没有用实验数据来进行对比,难以令人信服.

4. 提出一个大型软件系统的总体设想,但很粗糙,而且还没有(哪怕是部分的)实现,很难证明该设想是现实的、可行的、先进的.

5. 介绍一个现有的软件开发方法,或一个现有软件产品的结构(非作者本人开发,往往是引进的,或公司产品),甚至某一软件的使用方法.本刊不登载高级科普文章,不支持在论文中引进广告色彩.

6. 提出对软件开发或软件产业的某种观点,泛泛而论,技术含量少.本刊目前暂不开办软件论坛,只发表学术文章,但也欢迎材料丰富,反映现代软件理论或技术发展,并含有作者精辟见解的某一领域的综述文章.

7. 介绍作者做的把软件技术应用于某个领域的工作,但其中软件技术含量太少,甚至微不足道,大部分内容是其他专业领域的技术细节,这类文章宜改投其他专业刊物.

8. 其主要内容已经在其他正式学术刊物上或在正式出版物中发表过的文章,一稿多投的文章,经退稿后未作本质修改换名重投的文章.

本刊热情欢迎国内外科技界对《软件学报》踊跃投稿.为了和大家一起办好本刊,特提出以上各点敬告作者.并且欢迎广大作者和读者对本刊的各个方面,尤其是对论文的质量多多提出批评建议.