

基于不同图层的 LSB 自适应数字水印隐藏算法研究

宫海梅

(海南工商职业学院信息工程系, 海南海口, 570203)

摘要:针对时域的最低有效位(LSB)算法鲁棒性低且抗攻击能力弱的问题,提出了一种时域范围内基于不同图层的 LSB 自适应数字水印隐藏算法,主要思想是图像可由 RGB 三个颜色矩阵表示,在这三种颜色分量上,根据 HVS 的特性,在低位上动态的嵌入隐藏信息,直到载体图像所有像素点嵌入完毕。试验结果表明,该算法实现简单,嵌入、提取信息速度快,隐藏信息量大,具有很高的安全性。

关键词:空间域;最低有效位(LSB);信息隐藏;数字水印

中图分类号: TP391

文献标识码: A

DOI:10.16520/j.cnki.1000-8519.2016.21.127

Research on LSB adaptive digital watermarking algorithm based on different layers

Gong Haimei

(Department of information Engineering, Hainan Technology And Business College, Hainan Haikou, 570203)

Abstract: The least significant bit(LSB) algorithm in the spatial domain has low robustness and weak anti attack ability. A LSB adaptive digital watermarking algorithm based on different layers in spatial domain is proposed. The main idea is that the image can be represented by RGB three color matrix, in these three kinds of color components, According to the characteristics of HVS, Hidden information can be embedded dynamically in the low position. Until all the pixels of the cover image are embedded, Experimental results show that the algorithm is simple, can hide large amount of information and has high security.

Keywords: spatial domain; least significant bit (LSB); information hiding; digital watermarking

0 引言

随着互联网技术的快速发展,人们主要通过网络进行信息交流,网络成为信息传播的主要方式。媒体元素如文字、图形、图像、声音、视频及动画等很多种,其中图像信息交流约占信息交流总量的 70%,图像交流在整个信息交流的过程中占比很高。采用何种方式对图像进行保密传输,尤其是关于企业计划、乃至国家安全和未来发展的图像,诸如此类问题是需要长期研究的。

1 LSB 隐藏现状分析及算法提出

近年来,国内外在 LSB 数字水印隐藏技术方面进行了很多深入的研究,提出了许多 LSB 改进算法。其中,文献提出了在最低三位进行信息隐藏,低三位是在 6th、7th、8th 上分别进行的;文献提出了通过一种有效的分存技术,先将秘密数字图像进行分解,可以得到若干图像,然后将分解图像隐藏到几幅有意义的图像中进行传输,通过这种技术来保障秘密图像的安全性;文献通过对隐秘信息进行预处理,首先置乱、加密,然后嵌入载体图像最低位;文献提出了一种亚仿射变换,对图像进行置乱,然后利用矩阵编码思想来改进图像的嵌入方式;文献提出了一种图像隐藏算法,该方法是基于可逆矩阵乘法的,对秘密图像进行置乱,然后进行隐藏;文献提出了采用预置乱,用 Arnold 变换对秘密信息进行置乱,然后进行信息嵌入,嵌入过程中,调整载体信息最低两个比特位,最后用逻辑运算实现信息隐藏;文献采用预先匹配方法,若匹配失败再替换的原则,将秘密信息连续两位分别依次隐藏于载体图像中最低四位的两位上;文献提出了一种基于图像向量索引奇偶性的新的置乱算法,首先进行置乱再进行信息隐藏,以上算法大多通过改变隐藏信息的最低位置、置乱、加密、来

提高信息隐藏性能。

鉴此,本文提出了一种时域范围内的基于不同图层的 LSB 自适应数字水印隐藏法,主要思想是图像可由 RGB 三个颜色矩阵表示,可以在这三种颜色分量上,根据 HVS 的特性,在低位上动态的嵌入隐藏信息,直到载体图像所有像素点嵌入完毕。嵌入信息不固定在最低位,本身就将信息置乱了,当载体图像足够大时,数字水印的隐蔽信息可以被冗余嵌入,提高抗攻击能力。

2 基于不同图层的 LSB 自适应数字水印隐藏算法

进行信息隐藏过程中,以图像作为隐蔽信息的载体时,可以理解为在强背景(载体图像)下附加一个弱信号(秘密信息),这个附加的弱信号需要满足某个条件,即需要低于某个对比度门限,只有这样视觉系统才能无法感知到信号的存在。在具体实践过程中,根据 HVS 的对比度特性,该门限值受多种因素影响,如背景的照度、背景的纹理复杂性以及信号频率等。背景越亮,纹理越复杂(或者说边缘丰富),门限就越高,这类现象称为亮度掩蔽和纹理掩蔽。

在文献中,设背景的照度为 I ,假设在背景照度为均匀的情况下,则人眼恰好能够识别物体需要的背景照度为 $I + \Delta I$ 。其中, ΔI 的大小约等于 $0.02 \times I$ 。根据 HVS 特性,做进一步研究发现, ΔI 与 I 的关系更接近指数关系,他们具体的关系如下:

$$\Delta I = I_0 \times \max \{I, (I/I_0)^a\} \quad (1)$$

其中, I_0 为对比度门限,当取 $I=0$ 时的值, a 为常数,取值范围为 $\in (0.6, 0.7)$ 。

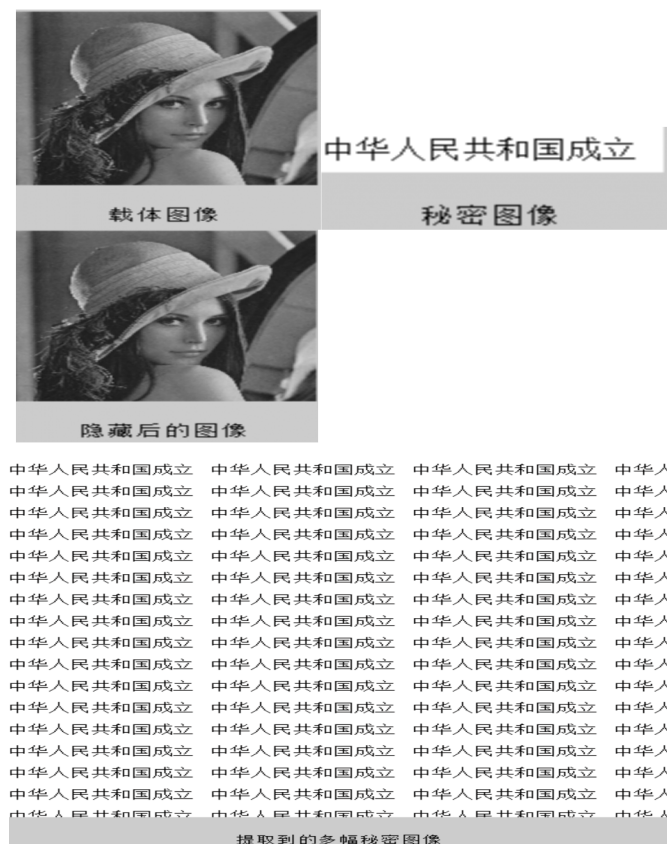
设 y 为载体图像低位隐藏信息的位数,根据以上结论, y 的取值基本满足视觉系统需求,取值为常数, $4 \sim 5$ 时就可以需求。

以上是理论基础,同时结合实验验证,故本算法载体图像低位隐藏信息的有效位数取低四位,在该范围内进行动态嵌入隐藏信息。

具体算法如下:设图像每个像素 RGB 三种颜色分量分别为 (r_i, g_i, b_i) ,其中, $i = 7, 6, \dots, 0$,将秘密图像依次嵌入到载体图像的每个像素点 RGB 三个图层中,信息在每一图层中进行单独嵌入处理。首先对红色图层分量进行处理,假设图像某一像素点的红色图层由高位到低位的排列顺序为 $(r_7, r_6, r_5, r_4, r_3, r_2, r_1, r_0)$,从低四位起从高位到低位逐位进行检查,当第 x (x 小于或等于4)位不为0时,则从第 $x-1$ 位开始嵌入信息,一直嵌到最低位。处理完该像素点的红色图层分量后,再处理该像素点的绿色图层和蓝色图层。处理完这一像素点后,再用同样方法处理下一个像素点,总之,依次分别对红色图层、绿色图层及蓝色图层自低四位起从高位到低位逐位进行秘密图像嵌入处理,直到所有像素点处理完毕。

3 试验与分析

在本文中,载体图像采用了以 $512 \times 512 \times 24$ 的原始 Lena 图像为载体进行试验,秘密图像是 $231 \times 21 \times 24$ BMP 格式“中华人民共和国成立”的图像。其中以下图像分别为 Lena 原图像,即载体图像; BMP 格式的秘密图像;隐藏后的图像;检测提取的秘密图像。



图像隐藏性能主要有三个技术指标衡量,分别是隐蔽性、隐藏容量和鲁棒性。这三个指标具有矛盾性,不能同时取最优,一般而言,重要性排序为安全性、容量、鲁棒性,本文分别从以上三个方面进行分析。

1) 安全性分析。对载体图像和隐藏后的图像进行比较分析,可以发现载密图像与原载体图像在视觉上没有变化,没有造成画面质量的明显下降,视觉系统无法感知到信号的存在。为了对图

像的隐藏效果进行分析,采用了峰值信噪比(PSNR), PSNR 是一种比较接近人眼视觉效果的评价,用来衡量载体图像 C 和秘密图像 M 之间的保真度, PSNR 越高说明算法性能越好,运算按照如下公式(2)进行计算。

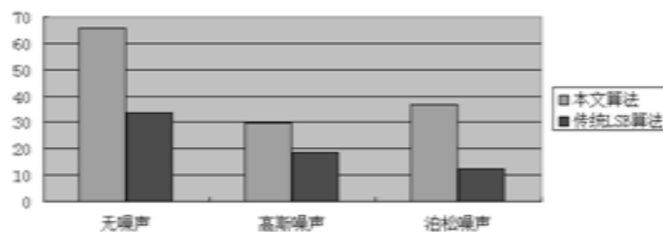
$$PSNR = 10 \times \lg \left[\frac{M \times N \times 255^2}{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (C(i,j) - M(i,j))^2} \right] \quad (2)$$

2) 该空间域的基于不同图层的 LSB 自适应数字水印隐藏算法,在低四位上动态的嵌入隐藏信息,图像隐藏量大,嵌入隐藏信息时信息可以被冗余嵌入,便于准确提取水印化的秘密信息。隐藏位数和信息隐藏比的关系,传统算法 8bit 位,隐藏 1bit 信息,信息隐藏比为 0.125,该算法一个像素点最少可以隐藏 3bit 信息隐藏比为 0.375,隐藏量大。

3) 对隐藏后的图像加入高斯白噪声、泊松噪声攻击。本文算法仍能提取信息,而采用传统 LSB 算法时,对图像进行高斯白噪声、泊松噪声攻击时,基本检测不到隐藏的信息,算法鲁棒性比传统 LSB 算法好。



下图展示了图像经过无噪声、有高斯噪声和泊松噪声攻击后本文算法与传统 LSB 算法比较。通过图形可以看出本文算法优于传统 LSB 算法。



图像经过噪声攻击 PSNR 比较图

4 结束语

本文根据图像低 4bit 是冗余空间,图像矩阵的每个像素值去掉低 4bit,仍能满足人类视觉系统的需求,在低四位上动态嵌入信息。根据以上研究提出了一种基于不同图层的 LSB 自适应数字水印隐藏算法,试验证明该算法实现简单,嵌入、提取信息速度快,隐藏信息量大,具有很高的安全性。

参考文献

- [1] 李鹏,田东平,张楠. 基于混沌序列的数字图像隐藏技术[J]. 信息安全与通信保密, 2007, 6:22-225.
- [2] Osamu Matoba, Bahram Javidi. Optically Encrypted Data Storage Using Multi-Dimensional Keys[J]. IEEE Lasers and Electro-Optics Society 12th Annual Meeting, 1999, 8:66-67.

(下转 61 页)

2 基于粒子群算法改进的电力系统基本原理

2.1 粒子群算法

粒子群算法自实际应用将每一个个体全部都归纳在搜索空间内,将其变成没有体积和重量的粒子,该粒子在搜索空间内按照一定速度运动,将个体看做目标函数,进而计算出粒子在搜索空间内的适应度。粒子在搜索空间内运动速度是由粒子最佳位置与群体最佳位置共同决定。

在对于粒子运动速度研究可以发现,都可以将粒子运动影响因素分为三种,首先就是粒子现在运动速度对于利于运动的影响,其次就是粒子个人所具有的经验,最后就是整个群体对于粒子运动造成的影响。粒子就是通过对于这三个影响因素的分析,逐渐改变自身运动速度。

2.2 粒子群算法改进的电力系统

传统粒子群算法在实际应用中最为显著问题就是,容易造成局部最佳解的出现。由于搜索空间内每一个粒子运动都是根据自身与群体来不断调整自身的运动轨迹与速度,如果要是粒子出现局部最佳接,那么整个群体计算就会进入陷入到局部的僵局中。本文通过对于粒子群算法三个影响因素的改进,让粒子在运动过程中,根据信息分享速度更改运动速度,将感染因素的位置及时更新,进而保证群体的多元化,提高计算收敛速度。

3 基于粒子群算法改进的电力系统无功优化

电力系统在实际运行过程中,发电机极端所需要承受的电压需要不断变化,变压器接头与无功补偿装置需要按照电力系统实际运行情况进行长递与投切的变换。根据控制变量在电力系统运行过程中所呈现的离散兼并的特征,将混合编码方式应用到粒子群算法。电力系统无功优化过程中,需要在一定限制条件下开展,根据粒子群算法所获得的粒子运动最佳位置,能够获得一个全新的个体,在通过适应度对个体进行分析,选择出最好的个体,

进而保证粒子群算法答案的最佳。

粒子群算法在应用在电力系统无功优化问题过程中步骤为:首先需要将电力系统无功优化有关参数及粒子的限制条件输入到粒子群算法系统中,其次随机选择一个种群,作为初始种群,进而将每一个粒子适应度与潮流全部计算出来,对于每一个粒子适应度进行评价,更新粒子所处位置,最后判断计算过程是否满足开始输入到电力系统无功优化所具有的限制条件,要是满足有关限制条件,计算得出的结果就是电力系统无功优化最佳解,要是不能满足有关限制条件,计算得出的结果就不是电力系统无功优化最佳解,需要根据对于计算有关数据重新检验,找到计算错误点,纠正之后,在对电力系统无功优化问题进行计算。

4 结论

本文对于传统粒子群算法在实际应用中所存在的收敛缓慢及出现局部最佳解等问题,对于粒子群算法进行了改进,并且在电力系统中应用。改进后的粒子群算法自实际应用中优化效果更佳显著,完全符合电力系统对于算法的要求。

参考文献

(上接 59 页)

- [3] 牛振喜. 基于 LSB 及置乱的图像隐藏算法研究 [J]. 西北工业大学学报, 2013, 31(2):300-303.
- [4] Pooja Pathak, Digital Image Watermarking Using Least Significant Bit Technique in Different Bit Positions. Sixth International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks. 2014, 7(6):813-818.
- [5] 王继军, 张显全, 韦月琼. 基于 LSB 的数字图像分存隐藏算法 [J]. 计算机工程与设计, 2008, 12(5):6167-6171.
- [6] 邹娟, 贾世杰. 基于 LSB 图像隐藏系统的设计与实现 [J]. 计算机技术与应用, 2007, 17(5):114-116.
- [7] 袁占亭, 张秋余, 刘洪国, 彭铎. 一种改进的 LSB 数字图像隐藏算法 [J]. 计算机应用研究, 2009, 5(2):372-376.
- [8] 彭金虎, 玉振明, 谢晴. 一种改进的空域图像信息隐藏算法 [J]. 梧桐学院学报, 2011, 4(5):78-91.
- [9] 余兵奇, 张红梅. 一种改进的最低有效位信息隐藏算法 [J]. 光电子. 激光, 2012, 12(4):2398-2402.
- [10] 徐凯. 一种基于 LSB 的数字图像信息隐藏算法研究 [J]. 水电能源科学, 2010, 8(5):64-68.
- [11] 李桂芸, 邓桂英, 赵逢禹. 一种基于 LSB 图像信息隐藏的改进算法 [J]. 计算机系统应用, 2012, 21(6):156-160.
- [12] Jayant N, Johnston J, Safranek R. Signal Compression Based on Models of Human Perception [J]. Proceedings of the IEEE, 1993, 81(10):385-395.
- [13] Gonzalez C, Wintz P. Digital Image Processing [M]. Addison-Wesley Publishing Co/IEEE Press, 1987.
- [14] 王炳锡, 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, 2003.
- [15] 李昊. 基于多变换的隐写算法研究 [D]. 郑州大学硕士论文, 2007.
- [16] G. Miroslav, Lossless data embedding methods for digital images and detection of steganography [C]. In State University of New York. PhD Dissertation: Binghamton University, 2001.
- [17] 谢建全, 阳春华. 大容量的信息隐藏 [J]. 计算机工程, 2008, 8(4):88-91.

作者简介

宫海梅 (1983—), 女, 汉族, 山东威海人, 通信与信息系统硕士。海南工商职业学院讲师。主要研究方向: 移动通信、通信与信息系统、图像处理。