

基于 DCT 和混沌加密的高分辨率图像的数字水印应用与研究

樊宇 陈显军 罗奕玥

(海口经济学院网络学院 海南 海口 571127)

摘要: 随着计算机网络技术和多媒体技术的飞速发展,海量图像数据的资源共享和实时获取,在带给人们丰富感官体验的同时,也很容易被攻击者进行篡改和侵权使用。本研究使用 DCT 变换和混沌加密的算法对图像进行数据保护的同时,改变原有针对低分辨率图像的数字水印保护方案,选择高分辨率图像进行实验,发现该方案在大数据图像保护中的利弊,并为今后数字水印的研究发现新的研究方向。

【关键字】 DCT; 混沌加密; 高分辨率; 数字水印

本研究将基于 DCT 变化和混沌加密技术应用于高分辨率图像保护方案,并进一步提出方案的优化策略。

1 基础理论

1.1 DCT (离散余弦变换)

典型的 DCT 变换^[1]是一种目前应用最多数字水印变换算法。经过对图像信号分析,并结合人类识别系统的研究,发现图像的绝大部分能量都集中在 DCT 变换的中低频分量中,因此,基于 DCT 变换的数字水印方案就将数字水印信息嵌入到图像的中低频系数中,攻击者在盗版使用图像信息时,会尝试破坏图像中的水印信息,而水印信息又与图像的关键信息相关联,攻击者在破坏水印时势必会对图像造成质量严重下降的效果,因此,数字水印信息便可对图像起到较好的保护作用。

1.2 混沌加密

混沌是一种复杂的、看似无规则的运动状态,混沌序列产生于确定性非线性系统,却可以表现出类似随机的行为。混沌加密算法对初始值非常敏感,初始值的一点变化将会导致混沌序列的显著差异。虽然混沌加密看似结果随机,但是它在任何时刻的状态仍然是由确定性方程决定的。

1.3 数字水印评价标准

(1) 峰值信噪比

峰值信噪比 (PSNR) 是指原始图像和含水印图像之间相似程度。即把嵌入信号看成是加载到原始图像上的噪声,观察其峰值信噪比,并使用峰值信噪比来评估嵌入水印后图像质量的改变状况。

(2) 归一化系数

在数字水印研究领域,通过计算提取出的水印信号与嵌入的水印信号的比值来判断原始水印图像与提取水印图像的相似程度。具体计算方法如图 1 所示。

$$NC = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N W(i, j) \times W_1(i, j)}{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N W(i, j) \times W(i, j)}$$

图 1 归一化系数计算公式

W 为原始水印, W₁ 为提取出来的水印, M, N 分别表示图像矩阵的行列数。通过图 1 公式计算 NC 值, NC 值越接近于 1, 说明两个水印的相似度越高。

2 水印嵌入方案

本研究选择一幅 1280×720 大小的图像为被保护图像。选择一个 32×32 大小的图像为水印图像。

(1) 水印的嵌入

对原始图像进行 DCT 变换,找出图像特征值。定义一个初始值 X₀,通过混沌加密算法,产生一个随机序列,为了匹配二维水印图像,将混沌序列升级为二维矩阵。此处 X₀为私钥。对水印图片 A 进行二值化处理,然后将水印信息与二维混沌序列通过 hash 函数进行加密,得到一个加密后的水印对象 W。将加密后的水印图像与所提取的图像特征通过 hash 函数进行异或,得到一个逻辑密钥 K,将此密钥存储于第三方,以便于后期版权确认。具体加密过程如图 2 蓝色底纹区域所示。

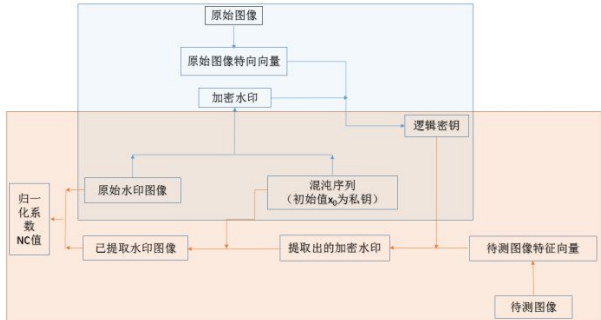


图 2 数字水印的嵌入与提取

(2) 水印的提取

将经过各种变换的待测图像进行 DCT 变换并提取待测图像特征值。从第三方获得逻辑密钥,将逻辑密钥与待测图像特征值进行异或,便可得到一个从待测图像中提取的水印对象 W',将 W' 与由 X₀产生的混沌系列进行 hash 运算,得到一个水印图像 A'。水印的提取过程如图 2 橙色底纹区域所示。

3 实验结果分析

通过计算 A' 与 A 的归一化系数 NC, NC 值得大小便可说明该待测图像中是否有水印信息,以及所提取水印信息与原始水印信息的相关性。

图 3 展示图像在未经过任何攻击时的水印提取效果。图 4~10 分别展示了图像在经过高斯白噪声攻击、JPEG 攻击、中值滤波攻击及几何攻击(缩放、剪切、旋转和平移)等之后所提取的水印效果及 NC 值。

(下转第 166 页)

(上接第 164 页)



图 3 原始图像和水印



图 4 高斯攻击



图 5 JPEG 攻击



图 6 中值滤波攻击



图 7 缩放攻击



图 8 剪切攻击

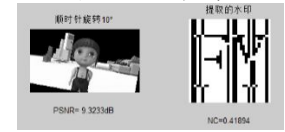


图 9 旋转攻击



图 10 平移攻击

4 结论

基于 DCT 变换和混沌加密的数字水印方案对图像的版权保护有较好的效果，尤其是对于分辨率较低的图像，保护效果普遍较好，但对于高分辨率的图像，该方法在旋转和剪切两类几何攻击方面效果不太理想。由此可见，对于高分辨率图像、视频图像序列以及动画图像序列的数字水印保护方面，仍需不断优化方案，以保证数字水印方案的广泛适用性，同时不断提高数字水印方案的运行速度。

参考文献:

[1]赵险峰.增强数字水印安全性的理论与方法研究[D].上海:上海交通大学,2003.

[2]廖晓峰,肖迪,陈勇,向涛.混沌密码学原理及其应用[M].北京:科学出版社,2009:37-39.

基金项目 1: 2019 年海南省基础与应用基础研究计划(省自然科学基金)——青年基金立项项目“基于边缘计算的深度学习人脸识别 CNN 关键技术研究”(项目编号: 619QN249)

基金项目 2: 基于 RaspberryPi 的深度学习人脸识别系统研究与应用, 2019 年度海南省高等学校科学研究一般项目, 编号: Hnky2019-74

作者简介: 樊宇(1980-), 女, 河南南阳人, 工程硕士, 主要研究方向为计算机图像处理、数字水印;