DOI:10.19789/j.1004-9398.2018.05.005

农业资源库中的数字图像版权保护研究*

苏博妮[1] 化希耀[1,2]
(1. 四川文理学院智能制造学院,四川 达州 635000; 2. 达州智能制造产业技术研究院,四川 达州 635000)

摘 要

农业资源库在发挥其优势的同时,资源库中的图像版权保护问题日显突出. 本文提出了将数字水印技术应用到农业资源库图像版权保护当中,设计了基于离散余弦变换和小波变换的数字水印算法. 离散余弦变换具有计算量小,实时性高等特性; 小波变换在时域和频域有良好的局部化特性,该算法首先采用 Arnold 变换将水印置乱,再将置乱后的水印嵌入到图像变换域的指定系数中. 实验结果表明,两种变换域水印算法都具有较好的透明性,可满足今后开发农业资源库水印系统的需要.

关键词: 农业资源库,版权保护,数字水印,离散余弦变换,离散小波变换.
中图分类号: TN391

0 引 言

农业是国民经济的基础. 农业信息化是提高农业生产效率、增加农民收入、迈向现代农业和智慧农业的必由之路[1]. 自2005年以来,中央每年在"1号文件"中都持续关注农业信息化问题. 近年来,随着互联网+、物联网技术、大数据和人工智能等信息技术在农业领域应用的不断深入,各类农业专家系统、虚拟农业系统、农业决策系统、农业监控系统和农业资源库不断涌现[2]. 这些农业数字化系统提供了丰富的信息资源,为农业决策者和生产者提供服务[3]. 20世纪80年代以来,科技工作者开始将数字图像处理技术应用到农业信息化领域,包括水果的无损检测、农业病虫害识别、粮仓虫害检测、自动收获机械机器视觉系统、精细农业和作物长势监测管理等方面,获得了大量的研究成果[4-5]. 农业资源库中存储着大量的农业资源图像,数字图像为病虫害防治、施肥等农业生产管理发挥着重要的作用. 然而,农业资源图像在网络上传播的同时,也伴随着被任意下载和篡改版权的危险[6].

目前,常见的数字图像版权保护方法有可见水印和不可见水印. 可见水印通常是在图像左上或右下角添加版权信息,但可见水印在版权保护的同时也伴随着影响图像视觉效果的问题. 不可见水印即数字水印技术,是一种信息隐藏技术,它是在不影响数字图像质量的前提下,将版权信息隐藏在图像当中,且不会被人肉眼察觉,达到版权保护的目地[7]. 目前,数字水印技术已被广泛地应用到数字博物馆、数据库、文本、视频和音频资源的版权保护中,并取得很多研究成果. 数字水印算法有空域水印和变换域水印[8]. 变换域水印是指将水印信息嵌入到图像频域中,常见的变换域水印有基于离散余弦变换(discrete cosine transform,简称DCT)的水印算法、基于离散小波变换(discrete wavelet transform,简称DWT)的水印算法和基于离散傅里叶变换(discrete Fourier transform,简称DFT)的水印算法[9]. 农业资源图像水印的嵌入过程如图1所示.

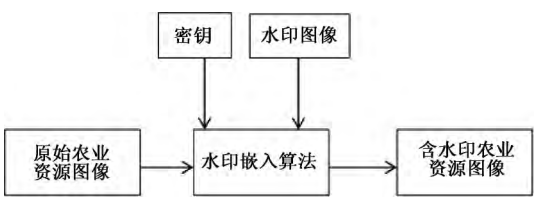


图1 农业资源图像水印嵌入过程

收稿日期: 2017-09-11
* 四川省教育厅资助科研项目(17ZB0373); 四川文理学院智能制造产业技术开发研究专项项目资助(2017ZZ005Y); 四川文理学院智能制造产业技术开发研究专项项目资助(2017ZZ002Z).

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1　DCT 数字水印算法在农业资源图像中的应用

1.1　离散余弦变换(DCT)

离散余弦变换(DCT)类似于离散傅里叶变换,除具有一般正交变换的性质之外,且只是实数变换,因此具有计算量小,实时性高等特性. 同时图像经过离散余弦变换后,能量主要集中在左上角低频区域中,右下角高频区域几乎趋近于零[10]. 离散余弦变换目前被广泛地应用在图像压缩编码之中,如 JPEG. 离散余弦变换及逆变换如下:

设 $f(x,y)$ 为 $M \times N$ 的数字图像矩阵,则:

$$F(u,v) = \frac{2}{\sqrt{MN}}\sum_{x=0}^{M-1}\sum_{y=0}^{N-1} f(x,y)\,C(u)\,C(v)\cdot \cos\frac{(2x+1)u\pi}{2M}\cos\frac{(2y+1)v\pi}{2N}, \quad (1)$$

$$f(x,y) = \frac{2}{\sqrt{MN}}\sum_{u=0}^{M-1}\sum_{v=0}^{N-1} F(u,v)\,C(u)\,C(v)\cdot \cos\frac{(2x+1)u\pi}{2M}\cos\frac{(2y+1)v\pi}{2N}. \quad (2)$$

式中: $x,u = 0,1,2\cdots,M-1$; $y,v = 0,1,2,\cdots,N-1$.

1.2　水印嵌入和提取流程

1.2.1　水印嵌入

首先采用 Arnold 变换将二值水印图像置乱,这样可以减少水印的关联性; 再将原始图像分割成 8 ×8 的小图像块,对每个小图像块分别进行 DCT 变换; 然后将置乱后的水印信息嵌入到 DCT 变换域的低频系数中,并对每个小图像块进行 DCT 反变换,最后将反变换的分块组合成含有水印信息的新图像,如图 2 所示.

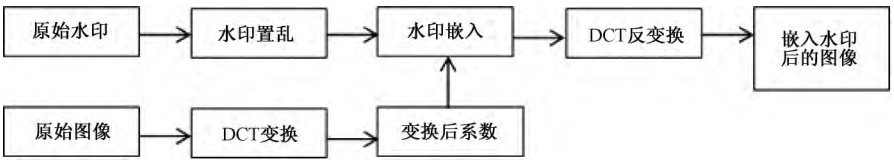


图 2　DCT 水印嵌入

1.2.2　水印提取

首先将带水印信息的图像和原始图像分别分割成 8 ×8 的小图像块,再判断如果带水印信息的图像块大于原始图像块,则将水印图像矩阵赋值为 1,否则赋值为 0,最后将得到的水印图像采用 Arnold 变换反置乱提取水印图像,如图 3 所示.

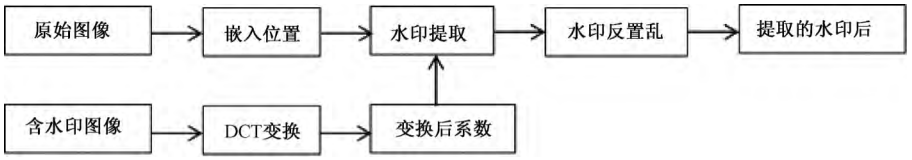


图 3　DCT 水印提取

2　DWT 数字水印算法在农业资源图像中的应用

2.1　小波变换(DWT)

为解决傅里叶变换不能分析信号在具体某一时间段上时频特性的缺陷,Haar 于 1910 年提出了小波规范正交基. 小波变换能提供一个随频率改变的"时间 - 频率"窗口,通过变换能够充分突出问题某方面的特征,能对时间频率的局部化分析,通过伸缩平移运算对信息号逐步进行多尺度细化,最终达到高频处时间细分,低频处频率细分,能自动适应时频信号分析的要求,从而可聚焦到信号的任意细节[11]. 目前,小波变换被广泛应用在信号处理、图像处理和模式识别等领域,取得了巨大的成功. 离散小波变换及逆变换公式如下:

设 $f(x,y)$ 为 $M \times N$ 的数字图像矩阵,则:

$$W_f(a,b_x,b_y) = \frac{1}{a}\int_{R^2} f(x,y)\,\Psi\left(\frac{x-b}{a},\frac{y-b}{a}\right)\mathrm{d}x\mathrm{d}y, \quad (3)$$

$$f(x,y) = \frac{1}{a^2}\int_{R^+}\int_{R^2} W_f(a,a_x,b_y)\,\psi\left(\frac{x-b}{a},\frac{y-b}{a}\right)\mathrm{d}b_x\mathrm{d}b_y. \quad (4)$$

式中, b_x 和 b_y 分别表示函数 $f(x,y)$ 在轴上的 x,y 平移量.

2.2　水印嵌入和提取流程

2.2.1　水印嵌入

首先采用 Arnold 变换将二值水印图像置乱,再

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

将原始图像采用 3 级小波变换分解,并把置乱后的水印信息嵌入到第 3 级小波变换的近似子图中,最后将嵌入水印信息的子图进行 3 级小波反变换,得到嵌入水印信息的新图像,如图 4 所示.

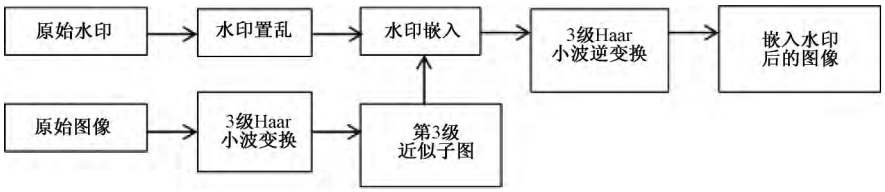


图 4 DWT 水印嵌入

2.2.2 水印提取

首先将带水印信息的图像和原始图像分别进行 3 级小波分解,再判断如果带水印信息的图像的第 3 级近似子图大于原始图像的第 3 级近似子图,则将水印图像矩阵赋值为 1,否则赋值为 0,最后将得到的水印矩阵采用 Arnold 变换反置乱提取水印图像,如图 5 所示.

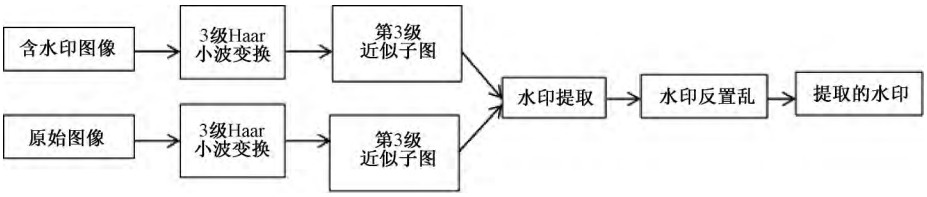
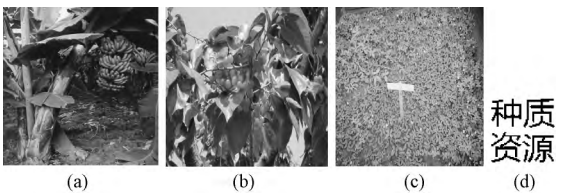


图 5 DWT 水印提取

3 算法仿真实验及结果分析

3.1 农业资源库图像的选取

各类农业资源库中保存了数以万计的农业资源图像. 本文从热带作物种质资源网[12]中筛选了 3 幅主题和纹理不同的数字图像,如图 6 所示.

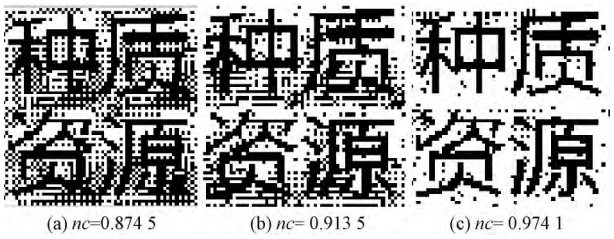


(a) (b) (c) (d)

图 6 原始农业图像及水印图像

3.2 仿真实验及结果

本文采用的仿真环境为 Matlab 2012,农业资源图像为 3 幅 512 × 512 的彩色图像. 版权水印为 64 × 64的二值图像,如图 6 所示. 参照本文所设计的两种算法进行仿真实验,得到的实验结果如图 7、图 8 所示. 水印评价采用归一化相关系数(*nc*) 来评价. 从最后实验结果看,6 个 *nc* 值都在 0.87 以上,说明两种算法的透明性很好,且 DWT 算法优于 DCT 算法.



(a) *nc*=0.874 5 (b) *nc*= 0.913 5 (c) *nc*= 0.974 1

图 7 DCT 水印算法提取的水印图像



(a) *nc*=0.999 7 (b) *nc*=0.999 8 (b) *nc*=1

图 8 DWT 水印算法提取的水印图像

4 结束语

农业信息化是实现我国农业现代化的必由之路,而农业资源库建设是农业信息化的重要基础. 农业资源图像包含了丰富的农业信息,在农业种植和病虫害防治等生产过程中发挥着重要的作用. 但我们也看到,这些数字图像在网络上传播的同时,也伴随着被任意下载和篡改的危险. 本文提出将数字水印技术应用到农业资源图像版权保护当中,可以在不影响农业数字图像使用质量的前提下,达到版权保护的目地. 本文可为今后进一步开发农业资源库水印系统提供参考依据.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

参 考 文 献

[1] 赵秋云,魏乐,舒红平,等. 农业信息化应用软件开发平台设计与实现[J]. 农机化研究,2015(11):230-235.
[2] 李华锋,章颖. 中国农业信息化发展现状[J]. 世界农业,2012(6):92-94.
[3] 刘金爱. 农业信息化与现代农业发展[J]. 生产力研究,2009(24):47-48.
[4] 汪冰. 我国农业信息化建设现状及发展研究[J]. 安徽农业科学,2008,36(21):9330-9331+9334.
[5] 左雄. 我国农业信息化研究综述[J]. 安徽农业科学,2007(28):9092-9094.
[6] 张小斌,郑可锋,钱秋平. 农业网络图片版权保护方法与策略[J]. 浙江农业学报,2009,21(5):520-523.
[7] 李夏,邓立新,石大军. 基于活码的彩色医学图像数字水印算法[J]. 南京邮电大学学报: 自然科学版,2016(4):54-59.
[8] 赵洁,邹天宇,黄展鹏,等. 基于手写数字水印的医学图像版权保护研究[J]. 医疗卫生装备,2016(6):36-38.
[9] 朱颖芳,谢建全. 林业专题图数字水印版权保护研究[J]. 中国农学通报,2015,31(22):274-278.
[10] 沈晓峰,茅艳. 数字博物馆中的图像版权保护研究[J]. 计算机应用与软件,2012,2(5):281-284.
[11] 曹礼刚,陈辉,曹培元. 基于数字水印技术的数字博物馆版权保护研究[J]. 计算机仿真,2005,22(4):162-164+213.
[12] 热带作物种质资源网. 图片资源库[DB]. [2017-06-05]. http://tcgris.catas.cn/pic_source.aspx?img=11112711.

Study on Digital Image Copyright Protection in Agricultural Resources Database

Su Boni[1]　Hua Xiyao[1,2]

(1. School of Intelligent Manufacturing, Sichuan University of Arts and Science, Dazhou Sichuan 635000;
2. Dazhou Industrial Technology Institute of Intelligent Manufacturing, Dazhou Sichuan 635000)

Abstract

Agricultural resource database plays an important role, but the image copyright protection in the resource database is becoming more and more prominent. In this paper, the digital watermarking technology is applied into the copyright protection of agricultural resource database and two digital watermarking algorithms based on discrete cosine transform and wavelet transform are designed. Discrete cosine transform has a small amount of computation and high real-time characteristics, and wavelet transform has good localization characteristics in the time domain and frequency domain. The algorithm firstly uses the Arnold transform to scramble the watermark, and then embeds the scrambled watermark into the specified coefficients in the image transform domain. The experimental results show that the two transform domain watermarking algorithms have better transparency which can meet the needs of developing the watermarking system of agricultural resource database.

Key words: agricultural resource database, copyright protection, digital watermarking, discrete cosine transform(DCT), discrete wavelet transform(DWT).

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net