

# 基于 RFID 的艺术品数字包装防伪系统设计

吴鹏飞, 邹波, 赵太飞  
(西安理工大学, 西安 710048)

**摘要:** **目的** 为设计出一套有效的艺术品防伪系统, 通过分析主流的艺术防伪技术, 结合 RFID 技术, 提出一种基于 RFID 的艺术品防伪系统。**方法** 使用 AES 算法对标签数据进行加密, 保证标签数据的安全性; 利用 Hash 算法辅助完成标签数据的校验; 依靠标签自身的防伪特性, 实现标签不可伪造性。通过 Hash 算法辅助校验标签数据与云平台记录数据的一致性实现标签的数据防伪; 云平台通过校验标签反馈防伪算法数据, 实现标签的物理防伪。**结果** 通过分析和测试, 该艺术品防伪系统能够在 1 s 内有效地实现艺术品防伪。**结论** 该防伪系统结合物联网技术和计算机通信技术, 相比传统防伪方式, 能够提供更加有效、可靠、便捷的防伪认证。

**关键词:** RFID; 防伪; 艺术品

**中图分类号:** TB489 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)03-0165-05

## Design of Digital Artwork Anti-counterfeit Packaging System Based on RFID

WU Peng-fei, ZOU Bo, ZHAO Tai-fei  
(Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China)

**ABSTRACT:** The work aims to propose an artwork anti-counterfeit system based on RFID through analysis on mainstream art anti-counterfeiting technology and combined with RFID technology, so as to design an effective artwork anti-counterfeit system. AES algorithm was used to encrypt data on the label to ensure the security of label data. Hash algorithm was adopted to assist in completing the validation of label data. By relying on the anti-counterfeit features of the labels, the forged labels could not be achieved. The anti-counterfeit of label data could be achieved through the consistency of the label data validated under the assistance by Hash algorithm and the data recorded on the cloud platform. The physical anti-counterfeit of labels could be achieved through the anti-counterfeiting algorithm data fed back by cloud platform upon the validation on labels. By means of analysis and test, the artwork anti-counterfeit system could effectively achieve artwork anti-counterfeit within 1 s. Compared to the traditional anti-counterfeiting way, the anti-counterfeit system combined with Internet of things and computer communication technology can provide more efficient, reliable and convenient anti-counterfeit certification.

**KEY WORDS:** RFID; anti-counterfeit; artwork

随着人们生活水平的日益提高, 对艺术品的需求也越来越大。艺术品市场迅速发展, 市场需求不断增大, 由于艺术品自身的稀缺性, 导致造假现象日益严重, 严重影响艺术品市场的发展。如今造假水平不断

提高, 给艺术品防伪带来了很大的挑战。RFID 技术与通讯、互联网等技术相结合, 可实现对物品位置的跟踪和信息分享<sup>[1]</sup>。RFID 技术作为物联网的底层感知技术, 以条码技术替代技术的身份而引入<sup>[2]</sup>。随着

收稿日期: 2016-07-07

基金项目: 陕西省工业科技攻关项目 (2016GY-086); 陕西省教育厅服务地方专项计划 (16JK1566); 西安市产学研协同创新计划 (CXY1509(8)); 西安理工大学科技创新计划项目 (2016CX04)

作者简介: 吴鹏飞(1980—), 男, 博士, 西安理工大学讲师, 主要研究方向为无线激光通信和信号处理。

物联网技术的不断发展, RFID 技术已经渗透到人们生活的各个方面<sup>[3-4]</sup>。

### 1 艺术品防伪

艺术品防伪方式主要包括: 作者个性签名、传统加盖印章、二维码、水印、特殊的纸张和颜料。传统防伪方式(印章、签名), 极易被模仿和伪造, 已经逐渐失去防伪作用; 二维码防伪, 不能防污损, 并会影响艺术品观感; 水印防伪有 2 种, 一种是造纸过程中产生水印效果(传统水印方式), 需要较长的制作周期, 图案设计不灵活, 工艺复杂, 造价昂贵, 另一种是在印刷时产生水印效果, 该方法相比传统方法廉价很多, 但是更适合印刷品; 纸张和颜料防伪, 造价昂贵。

采用 RFID 芯片, 利用加密算法加密数据, 实现信息保护。RFID 电子标签作为 RFID 技术防伪功能的载体, 配合一套完整的系统实现防伪<sup>[5]</sup>。防伪认证过程采用射频通信, 所以将 RFID 芯片制作成工艺品标签移植到艺术品上各个位置, 既不影响艺术品的美观, 也不影响防伪认证。

### 2 RFID 艺术品数字包装防伪系统设计

基于 RFID 的数字包装<sup>[6]</sup>, 以 RFID 为载体, 云平台提供标签防伪验证支持, 成本低, 操作简单。依靠标签自身的防伪特性、标签 UID 的唯一性、数据加密实现 RFID 标签防伪<sup>[7]</sup>。标签自身的防伪特性, 使 RFID 标签区别于普通 RFID 标签, 保证标签自身难以仿造; 标签 UID 的唯一性和不可修改性, 使标签区别于其他所有的 RFID 标签, 保证标签的唯一性; 数据加密, 保证标签数据的安全性, 防止标签数据写入策略被破译, 可以避免标签数据造假。标签自身的防伪特性、标签 UID 的唯一性和不可修改性从物理上实现标签防伪, 运用密码学方法对标签数据进行加密, 从防伪软件算法上, 实现标签防伪。这种防伪方式, 不但契合了当前“互联网+”的发展模式, 更有利于推动艺术品市场的快速发展。

#### 2.1 RFID 艺术品数字包装防伪系统关键技术

云平台、APP 端和 RFID 防伪标签组成了艺术品数字包装防伪系统的硬件部分。云平台为防伪认证系统的核心, 记录艺术品防伪标签的密文信息, 完成标签防伪特性验证, 标签密文数据验证; APP 端提供用户交互操作, 完成艺术品防伪标签的制作以及防伪认证; RFID 防伪标签为防伪载体, 标签自身的防伪特性及 UID 的唯一性, 和标签密文与云平台的相互校验, 保证了防伪标签的安全性和有效性<sup>[8-10]</sup>。

### 2.2 RFID 标签数据加密

由于 RFID 技术的隐私安全问题<sup>[11]</sup>, 为避免信息泄露, 标签中写入的数据需进行加密处理。使用 AES<sup>[12]</sup>加密算法加密标签数据, Hash 函数用于数据校验。鉴于考虑标签的成本, 较大运算量的算法不能放在标签上执行, 云平台为每个标签匹配一个 AES 密钥, APP 端向云平台上传原文, 云平台使用标签对应 AES 密钥生成密文和密文校验 Hash 值, 将密文及密文校验 Hash 值写入标签, 使标签数据自生成成校验; 防伪认证中, 云平台计算云平台数据与标签数据的 Hash 值, 通过 Hash 值校验数据<sup>[13]</sup>。

### 2.3 防伪数据录入

防伪系统运营商对标签进行预处理, 为标签匹配 AES 密钥, 向标签中写入被发放用户的账户密文并将数据块锁定, 将标签发放给信任用户(指艺术品创作者或权威鉴定机构)。信任用户通过防伪系统运营商获取防伪标签, 信任用户为艺术品制作防伪 RFID 标签, 步骤为(防伪数据录入过程见图 1): 信任用户用账户登录 APP; APP 执行标签防伪算法并读取标签数据; APP 对标签数据进行提取, 取出标签 UID 以及防伪算法反馈信息; APP 提交标签防伪算法反馈数据和标签 UID 到云平台(云平台防伪数据录入流程见图 2); 云平台获取 APP 提交数据后验证标签的防伪特性, 以及标签和账户的绑定信息, 反馈验证结果到 APP; 如验证通过, 信任用户向艺术品移植标签, 使用特殊胶体将标签粘贴在艺术品上, 否则终止此次录入操作; 信任用户通过 APP 录入艺术品作品信息, 包括艺术品基本信息和作品高清照片、艺术家或鉴定机构与作品高清合影, 作品上贴标签处局部高清图和作者印章处局部高清图 4 张高清照片(界面见图 3); 云平台将接受的作品信加密生成密文以及密文 Hash 值, 保存到云平台并发送给 APP; APP 端将密文及 Hash 值写入标签, 并锁定标签数据块。

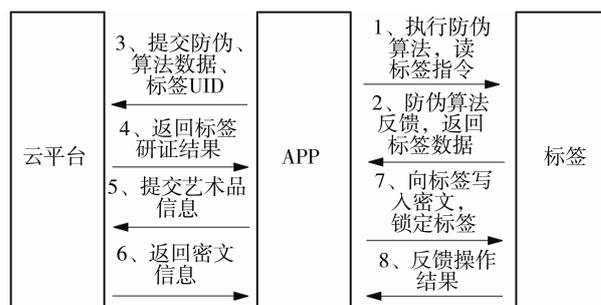


图 1 防伪数据录入过程  
Fig.1 Security data entry process

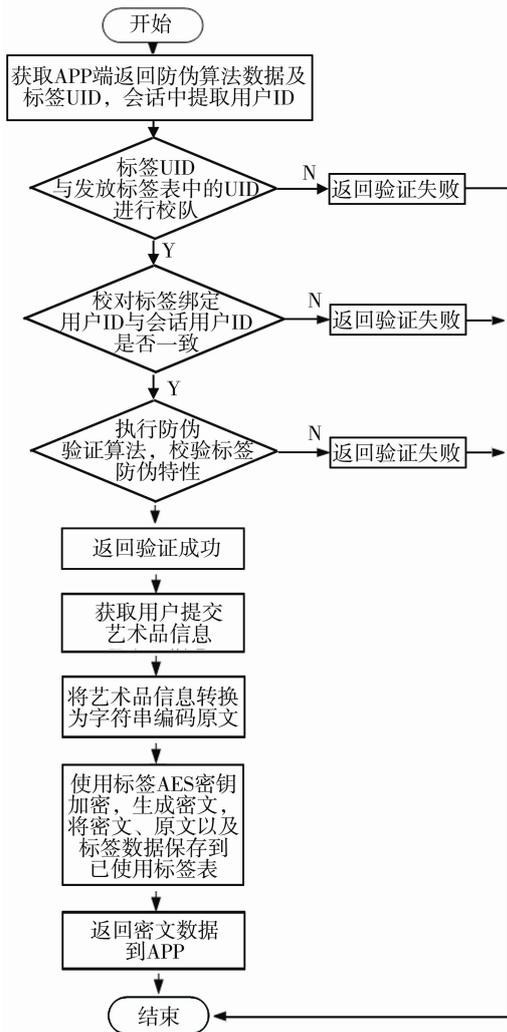


图 2 防伪数据录入云平台流程

Fig.2 Flowchart of data entry process security cloud platform



图 3 作品信息录入

Fig.3 Input work information interface

### 2.4 RFID 防伪认证

Smartphone 平台安装 APP, 通过 APP 获取标签

的信息, APP 与云平台进行会话, 验证标签的真伪, 步骤<sup>[14]</sup> (防伪认证过程见图 4): APP 执行标签防伪验证算法并读取标签数据; APP 提取标签 UID、密文和 Hash 值, 验证标签密文与密文 Hash 值是否形成校验, 否则提示验证为假标签; APP 提交标签防伪算法反馈数据和标签密文 Hash 值到云平台; 云平台验证标签防伪特性 (云平台防伪认证流程见图 5), 通过 Hash 算法比较云端标签密文 Hash 值与标签存储密文 Hash 值, 验证通过, 则向 APP 端返回认证结果和艺术品详细信息 (界面见图 5), 否则返回该标签为假标签; APP 端展示云平台返回的验证结果。

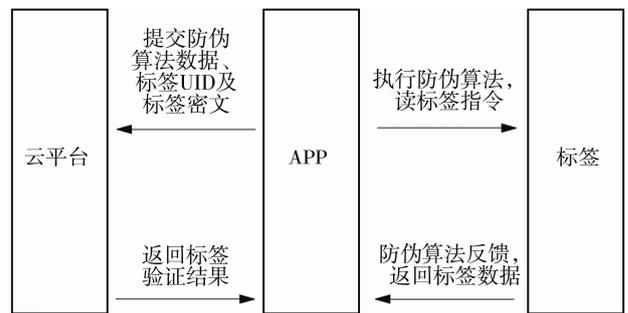


图 4 防伪认证过程

Fig.4 Security certification process

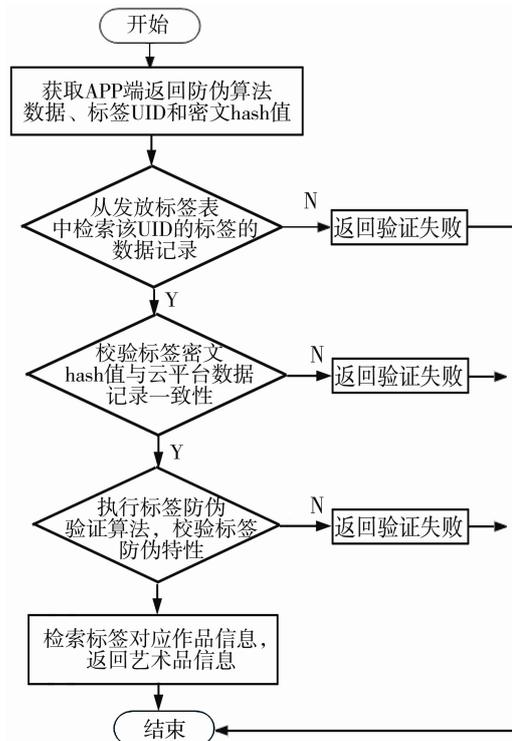


图 5 防伪认证云平台流程

Fig.5 Flowchart of cloud platform security certification process



图6 作品信息  
Fig.6 Information of works

### 3 安全性分析

对于违约签章的艺术家或鉴定机构,云平台会拒绝认证违约用户所有签章作品的认证请求,通过云平台,检索违约用户ID,通过该ID检索云平台中所有写入该用户ID的标签UID,将该UID记录到黑名单,当用户对这类标签发起请求时,提示用户,签章用户存在违约行为,被签章作品已不受信任,请联系权威认证机构进行真伪鉴定;云平台拒绝违约用户所有签章请求,将违约用户账户拉入黑名单,禁止登陆,拦截所有写入违约用户ID标签的签章操作。

由艺术家或鉴定机构完成防伪RFID标签的制作,从艺术品的本源上保证了RFID标签真实性和有效性;标签自身的防伪特性,以及标签密文与云平台的同步校验<sup>[15]</sup>,保证了标签难以仿造。以往的艺术品防伪方式,各自都存在较明显的缺陷,而基于RFID的艺术品数字包装从艺术品源头和流通2个关键环节实现了艺术品的有效防伪。

### 4 系统性能测试和分析

云平台标签防伪验证功能性能测试,云平台使用阿里云平台,服务器硬件配置单核主频为2.3 GHz的CPU,4 G内存,网络配置1 Mbps带宽,服务器使用Linux操作系统,后端服务器使用Tomcat,数据库采用Oracle;smartphone系统版本为android 4.4.4,1 G运行内存,配置Qualcomm MSM8916型号CPU,接入畅通的WiFi网络,数据库存入有效标签数据见表1。使用该smartphone发向云平台发送标签数据和标签防伪数据,测试smartphone端发起标签认证请求到smartphone端得到云平台返回认证结果所耗时间,测试数据见表1。

表1 云平台防伪认证测试数据  
Tab.1 Test data of cloud security certification

数据库有效标签数	总耗时/ms
10 000	221
20 000	253
50 000	267
100 000	325

根据以上测试结果,可以分析出该防伪系统具有较高认证效率。由艺术家或鉴定机构进行艺术品现场鉴定,该防伪系统能提供更加低成本的防伪认证;用户使用智能手机终端上APP,通过网络可以便捷的进行艺术品防伪认证,操作简单;标签自身的防伪特性、UID的唯一性和数据加密,以及防伪数据录入对象的可信性,保证防伪认证切实有效。

### 5 结语

基于RFID技术的艺术品数字包装防伪系统,具有成本低、操作简单的特点。该系统借助互联网的特殊优势,可以便捷地进行艺术品防伪认证,同时借助互联网对艺术品进行广泛传播,能有效推动艺术品市场发展。

#### 参考文献:

- [1] 吴欢欢,周建平,许燕,等. RFID发展及其应用综述[J]. 计算机应用与软件, 2013(12): 203—206.  
WU Huan-huan, ZHOU Jian-ping, XU Yan, et al. A Comprehensive Review on RFID Development And Its Application[J]. Computer Applications and Software, 2013(12): 203—206.
- [2] 高树静. 低成本无源RFID安全关键技术研究[D]. 济南: 山东大学, 2013.  
GAO Shu-jing. Research on Key Technology of Low Cost Passive RFID Security[D]. Jinan: Shandong University, 2013.
- [3] 王保云. 物联网技术研究综述[J]. 电子测量与仪器学报, 2009, 23(12): 1—7.  
WANG Bao-yun. Review on Internet of Things[J]. Journal of Electronic Measurement and Instrument, 2009, 23(12): 1—7.
- [4] 罗春彬,彭龔,易彬. RFID技术与应用综述[J]. 通信技术, 2009, 42(12): 112—114.  
LUO Chun-bin, PENG Yan, YI Bin. Overview on RFID Technology and Application[J]. Communications Technology, 2009, 42(12): 112—114.
- [5] 唐毅. 基于RFID技术的贵重商品防伪系统的研究[J]. 计算机应用与软件, 2014(9): 86—89.  
TANG Yi. Study On RFID-based Anti-counterfeiting System For Valuable Commodities[J]. Computer Applications and Software, 2014(9): 86—89.

- [6] 田立新, 次青波, 郝丁, 等. 基于 RFID 包装管理系统的设计与应用[J]. 包装工程, 2010, 10(24): 106—108.  
TIAN Li-xin, CI Qing-bo, HAO Ding, et al. Design and Application of Package Management System Based on RFID[J]. Packaging Engineering, 2010, 10(24): 106—108.
- [7] 王俊宇, 刘丹, 魏鹏, 等. 基于射频识别的防伪系统研究与开发[J]. 计算机工程, 2008, 34(15): 264—266.  
WANG Jun-yu, LIU Dan, WEI Peng, et al. Research and Development of Anti-counterfeit System Based on RFID[J]. Computer Engineering, 2008, 34(15): 264—266.
- [8] 何飞, 马纪丰, 梁浩, 等. 基于 RFID 技术的酒类溯源防伪系统研究与应用[J]. 现代电子技术, 2015, 38(8): 99—102.  
HE Fei, MA Ji-feng, LIANG Hao, et al. Research and Application of RFID-based Anti-counterfeiting System Tracing to Source of Liquor Merchandise[J]. Modern Electronics Technique, 2015, 38(8): 99—102.
- [9] 谭章禄, 刘浩, 史后波, 等. 基于 RFID 技术的酒品防伪系统设计方案[J]. 食品工业, 2013(5): 5—8.  
TAN Zhang-lu, LIU Hao, SHI Hou-bo, et al. System Designing on Alcohol Products Anti-Counterfeit Based on RFID Technology[J]. The Food Industry, 2013(5): 5—8.
- [10] 邸书玉. RFID 技术在酒类防伪中的应用研究[J]. 微计算机信息, 2009(2): 230—231.  
DI Shu-yu. RFID Technology Application Research in the Anti-Counterfeit Alcohol Products[J]. Microcomputer Information, 2009(2): 230—231.
- [11] 张志刚, 陈文阁, 汪春晖, 等. 产品包装中 RFID 技术的安全策略[J]. 包装工程, 2009(5): 197—199.  
ZHANG Zhi-gang, CHEN Wen-ge, WANG Chun-hui, et al. Safety Strategies of RFID Technology in Product Packaging[J]. Packaging Engineering, 2009(5): 197—199.
- [12] 何明星, 林昊. AES 算法原理及其实现[J]. 计算机应用研究, 2002, 19(12): 61—63.  
HE Ming-xing, LIN Hao. Implementation of the Advanced Encryption Standard(AES)[J]. Application Research of Computers, 2002, 19(12): 61—63.
- [13] 谢磊, 殷亚凤, 陈曦, 等. RFID 数据管理: 算法、协议与性能评测[J]. 计算机学报, 2013, 36(3): 457—470.  
XIE Lei, YIN Ya-feng, CHEN Xi, et al. RFID Data Management: Algorithms, Protocols and Performance Evaluation[J]. Chinese Journal of Computers, 2013, 36(3): 457—470.
- [14] 焦亚冰. 基于 RFID 的产品信息追溯防伪策略[J]. 包装工程, 2012, 33(1): 119—121.  
JIAO Ya-bing. Security Policy of Product Information Retrospecting Based on RFID Technology[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(1): 119—121.
- [15] 李志科, 刘竹松. 基于云存储技术的 RFID 标签数据校验与恢复[J]. 广东工业大学学报, 2014(3): 137—142.  
LI Zhi-ke, LIU Zhu-song. A Method of RFID Tag Data Validation and Recovery Based on Cloud Storage Technology[J]. Journal of Guangdong University of Technology, 2014(3): 137—142.