

基于 Cloud Native 的质检信息管理系统设计与实现

陈 波,吴云峰,卢 凯

(中国电子信息产业集团有限公司第六研究所,北京 100083)

摘要: 随着质检信息管理业务的复杂化,现有的质量检验信息管理系统呈现出对大数据的处理能力不够、人工操作出错率高、扩展性差等问题。提出了一种基于 Cloud Native(云原生)的质量检验信息管理系统,并对 Cloud Native 技术进行分析研究,明确了 Cloud Native 技术的原理和特性。接着结合质量检验信息管理业务的实际使用情况,对基于 Cloud Native 的质量检验信息管理系统进行了详细设计并实现。最后对该系统进行了功能和性能测试,验证了整体设计方案的有效性。

关键词: 云原生;质量检验;信息管理系统

中图分类号: TP311.5

文献标识码: A

DOI:10.16157/j.issn.0258-7998.211839

中文引用格式: 陈波,吴云峰,卢凯. 基于 Cloud Native 的质检信息管理系统设计与实现[J]. 电子技术应用, 2022, 48(6): 64-68, 78.

英文引用格式: Chen Bo, Wu Yunfeng, Lu Kai. Design and implementation of quality inspection information management system based on Cloud Native[J]. Application of Electronic Technique, 2022, 48(6): 64-68, 78.

Design and implementation of quality inspection information management system based on Cloud Native

Chen Bo, Wu Yunfeng, Lu Kai

(The 6th Research Institute of China Electronics Corporation, Beijing 100083, China)

Abstract: With the complexity of quality inspection information management business, the existing quality inspection information management systems have so many problems, such as insufficient processing capacity for big data, high manual operation error ratio and poor scalability. This paper proposed a quality inspection information management system based on Cloud Native, then analyzed and researched on the Cloud Native technology, and clarified the principles and characteristics of Cloud Native technology. Combined with the actual use of quality inspection information management business, the Cloud-Native-based quality inspection information management system was designed and implemented in detail. Finally, the function and performance of the system were tested to verify the effectiveness of the overall design scheme.

Key words: Cloud Native; quality inspection; information management system

0 引言

质量是企业命脉^[1],有效的质量管理为企业的生存提供了保障。随着人们生活水平提高,质量带动竞争已经是必然的趋势^[2]。产品质量逐步成为企业盈利和开展业务的核心保障。质量检验(简称“质检”)是对产品的各个质量特性进行测量、观察、试验,将检验结果和规定的质量要求对比,以确定被检验品的质量特性合格情况^[3]。质量检验是企业产品质量的基础,一个企业能否对质量检验进行合理的设计与管理,将对企业的成功产生很大程度的影响。企业产品多种多样,从进货、中间产品到成品出货的质检管理过程中,有大量质检数据信息需要存储、查询和处理。生产过程质量控制必须注重质量信息的及时处理和传递。如果这些质检数据主要依赖人工记录操作,则效率低、工作量大且易出错。网络信息技

术的发展以及企业局域网的建立为质量检验信息化提供了必要的物质基础,为企业实施全面自动化质量管理提供了技术支持。为适应企业对产品质量的追求,质量检验信息系统成为能够将企业内部过程质量控制、维持质量和质量提高等一系列活动构成统一整体的最有效办法^[4],也是企业快速发展的必要环节。

同时,云计算技术的蓬勃发展,改变了人们对传统软件的认识。近年来,企业纷纷搭建云平台,希望实现传统应用到云端的迁移。云计算以其按需资源分配的模型,提供了一种全新的、高效的方式来部署企业应用。为适应这一变化,Cloud Native 应运而生。Cloud Native 将应用运行在云计算基础架构服务之上,同时使应用程序逻辑单元实现自我管理^[5]。

为此,在夯实质量检验工作的基础上,本文分析了

当前质量检验信息管理系统的背景，并对国内外针对质量检验信息管理系统的研究工作进行了介绍。在此基础之上，结合目前质量检验信息管理系统的痛点，采用 Cloud Native 的信息化平台技术，开发了基于 Cloud Native 的质量检验信息管理系统。本文对该系统的设计思路和各个功能模块实现的关键功能进行了详细介绍，并在实际的测试环境中验证了系统的有效性。

本文设计的质量检验信息管理系统旨在加强对产品质检信息的管理和监控，提高质量检验信息管理的安全性和综合应用能力进而提高工作效率。同时也加强了产品质量检验的科学管理，方便了企业内部各用户对产品重要质量指标的统计及分析和检验信息的查询，为各级管理人员的规划和质量决策提供支持。

1 国内外研究现状

目前，世界上许多发达国家的质量检验信息管理系统大多已很成熟。在 20 世纪 90 年代末，质量检验信息管理系统发展迅速，现在这一市场还以每年 13% 的幅度在迅速增长。质量检验信息管理系统的信息化增长也促使技术不断发展和完善，新的质检信息管理系统大量涌现^[4]。

近年来，国内也有很多企业借鉴国际专业公司技术，开发出一批符合企业实际业务运营情况的质量检验信息管理系统。但国内的质检信息管理系统以及对应商业化产品的研究依旧相对滞后，许多中小型企业的质检信息管理系统仍然处于人工管理的模式。随着生活水平不断提高，消费者对产品质量的要求也会逐步提升，现有的质量检验信息管理系统已经无法满足市场的需求，许多制造企业都采取了相应的管理改进措施，将传统的人工管理模式升级为系统管理模式，将制造业的质量检验向信息化方向转变。

然而目前不论国内还是国外的质量检验信息管理系统都存在以下问题：

- (1) 数据量大并且各种数据之间的关联度紧密^[2]，而对应的处理能力却远远不够；
- (2) 人工操作带来的高出错率^[2]；
- (3) 系统扩展性差、稳定性差，无法满足快速多变的检验需求。

因此，建设基于 Cloud Native 的质量检验信息管理系统势在必行。Cloud Native 是一套技术体系和方法论，以云和微服务架构为基础构建系统。云可以指公有云，也可以指私有云、混合云，云包含了敏捷基础设施和公共基础服务^[6]。Cloud Native 架构的组成图如图 1 所示。

Cloud Native 具有三大特征：

(1) 微服务架构。微服务架构指的是开发一组小型服务，每个服务都以一个独立进程运行，服务之间通过进程隔离，进而开发一个独立的应用系统，服务之间使用轻量级通信机制^[6]。每个微服务都具有自己独立的业务

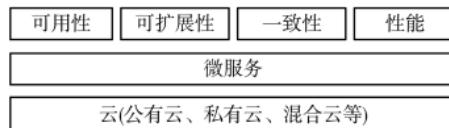


图 1 Cloud Native 架构的组成

场景，可以通过全自动化部署机制独立部署，每个微服务都可以自动安装、部署，不需要人工干预，也会使用最小规模的集中管理能力进行管理。同时，各微服务都有自己独立的数据库，也能采用不同的编程语言，以此来实现微服务之间的松耦合，一个服务实例失效不会导致系统的大规模故障，故障范围得到有效控制，降低故障对整体的影响，从而提升应用程序的敏捷性和可维护性。

(2) 容器化封装。其指的是在容器中运行服务。云原生技术将应用程序作为部署的单位，实现应用之间高水平的资源隔离和在不同环境中的迁移。容器技术以 Docker 技术为代表，将容器变为资源分配和可利用的最小单元，具有强大的跨平台性、可扩展性和可移植性^[7]。

(3) 自动化管理。其实现对服务的自动化编排。自动化编排的组件以 Kubernetes 为代表，Kubernetes 具有完备的集群管理能力，包括服务注册发现、均衡负载、自动伸缩和容错等能力，实现低成本和高速度开发^[8]。

随着质量检验信息管理系统的复杂化，微服务数量越来越多、依赖越来越复杂时，出现问题的概率会越来越大，问题定位也会越来越困难。每类业务均需要部署、监控、日志分析等工作，系统部署与运维的成本会随着业务的增多而急速增长。通过 Cloud Native 架构能构建自动化的工具及环境，简化各业务在创建、开发、测试、部署、运维上的重复性工作，避免因为业务数量增多带来的开发、管理复杂度问题，实现更可靠的操作。Cloud Native 应用技术以服务为粒度独立演进，将业务分解为更多的服务，使得各业务边界清晰，各服务可以独立并行开发、部署、运维，交付效率更高^[9]。将其应用在质量检验信息管理系统中，势必会降低该系统的成本，提高系统运行效率，并增强系统的灵活性。基于 Cloud Native 的质量检验信息管理系统能够处理大量数据，提供强大高效的管理功能，同时大大提升企业的管理水平和工作效率，并节约企业的运营成本。

因此，本文研究目标是使用 Cloud Native 技术构建一套质量检验信息管理系统，利用微服务技术改变传统企业的物料质量检验模式，该微服务系统架构提供的敏捷开发可以快速反馈、减少浪费，且持续交付可以促使产品更新换代的速度加快，做到以更好的用户体验为目标，实现质量检验过程有序、高效、准确地开展。此外还可以方便运维人员及时定位故障问题^[10]，采取措施解决问题，驱动系统维护和业务改进。

2 质量检验信息管理系统的应用

本文研发的基于 Cloud Native 的质量检验信息管理

系统包括 5 个微服务模块,即检验任务管理服务模块、品类管理服务模块、不合格品管理服务模块、文件管理服务模块以及系统管理服务模块。具体系统架构图如图2 所示。本部分将对 5 个模块的设计思路进行详细介绍。

2.1 检验任务管理服务模块

检验部门按照检验程序规定对产品形成的整个过程进行检验,其中包括原材料入库、加工过程、产品出库,依据技术检验标准、技术检验大纲等要求进行综合性的质量符合性检验,进而来确认是否符合规定的质量要求。检验任务管理服务模块主要包括入库检验、过程检验、出库检验以及环境试验检验。入库检验指的是对原材料或购买的仪器、设备、软件等产品的检验;过程检验主要针对过程产品进行检验;出库检验的检验对象是最终产品即成品;环境试验检验又包括高低温试验、湿热试验、振动试验和碰撞试验等。所有类型的检验任务流程均按照图 3 的业务流程图进行。

2.2 品类管理服务模块

品类指的是被检验产品的种类,这里主要包括硬件产品、软件产品、元器件以及低值易耗品等。其中,硬件产品包括机柜、服务器、工控机、PC、显示器、笔记本、打印机、交换机、路由器等产品;软件产品包括系统软件、支撑软件、应用软件等;元器件指 PCB 板、半导体、接插件、无源元件等;低值易耗品主要指的是办公用品。不同品类的产品具有不同的质量特性,其检验方法、合格判定准则均不同,例如硬件产品需要查看被检验产品的功能接口、功能板卡,还需要检验能否正常开关机等指标。因此,品类管理服务模块的设计主要是为了按照各品类规范的质量特性要求进行相关检验项的确定,以此来保证检验的规范性和准确性,更方便了企业质量检验信息

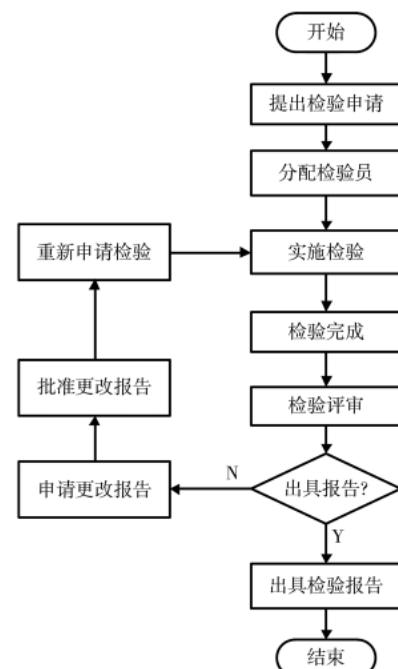


图 3 检验任务管理业务流程图

的统计和管理。

2.3 不合格品管理服务模块

不合格品管理服务模块包括故障原因分析和对不合格品采取纠正措施两部分功能。该模块设计的目的是对不合格品进行有效控制,确保被检验产品符合检验依据规定的质量特性要求,防止不合格品的非预期使用。

检验员依据检验规范、检验大纲、设计方案、工艺文件等对产品进行检验。当检验员发现被检验产品存在不合格项时,应将不合格产品进行标识并放置在不合格品

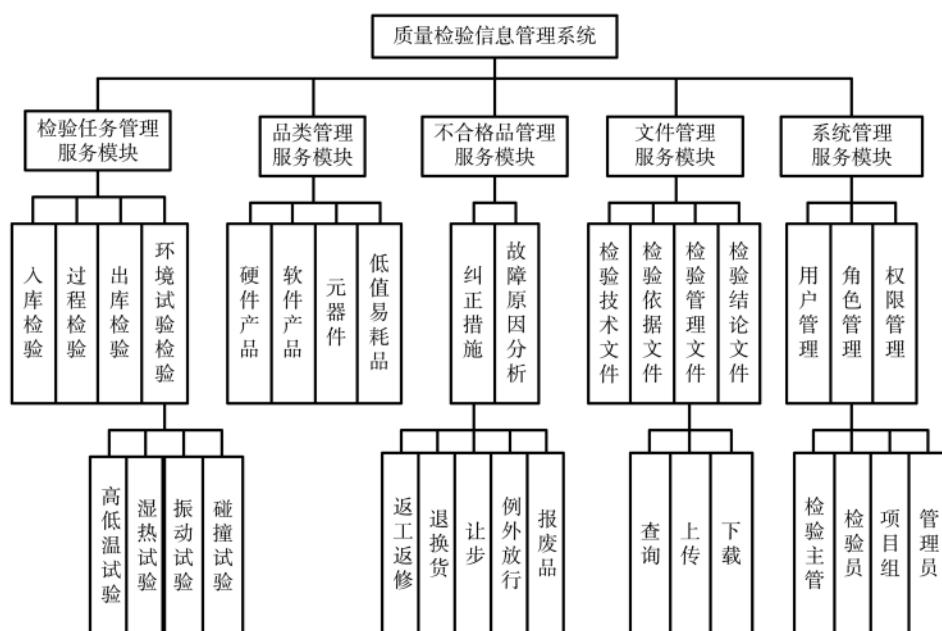


图 2 质量检验信息管理系统架构图

管理区进行隔离。项目组负责对不合格品进行审理，并出具不合格品审理结论，其中要阐述分析故障原因，并说明采取相应的纠正措施。本系统的不合格品管理服务模块包含的纠正措施包括返工返修、退换货、让步、例外放行、报废品等。提出检验申请的部门需要按照规定对不合格品实施相应的纠正措施。

2.4 文件管理服务模块

质量检验文件包括检验技术文件、检验依据文件、检验管理文件以及检验结论文件等。检验技术文件包括检验大纲、产品技术标准、设计原理图、工艺原理图等文件；检验依据文件包括检验规范、合同或技术协议、行业标准等文件；检验管理文件包括程序文件等检验结论文件包括检验记录、检验报告、产品合格证等文件。为使质量检验文件可以真实、完整、准确、及时、有效地提供给质量检验管理系统的各级用户，本系统开发了文件管理功能，该模块可供用户查询、上传、下载相关文件。

2.5 系统管理服务模块

系统管理服务模块包括用户管理、角色管理和权限管理三部分功能。用户与角色绑定，角色与权限绑定，拥有管理员角色的用户可以对每一类型的角色分配不同的权限。用户管理功能可以对用户的账号、密码等个人信息进行修改或重置。角色管理可以为用户分配相应的权限，分为管理员、项目组、检验员和检验主管4种角色。检验员应掌握质量检验管理基础知识，熟悉被检验产品的结构、技术要求、工艺流程等，获得检验部门的授权，持证上岗。项目组可以提出检验申请，检验员负责实施检验、发起检验评审、出具报告等工作，检验主管拥有高于一般检验员的权限，负责分配检验任务、审批检验相关流程等工作权限。权限对应系统的所有功能。

3 系统实现部署及测试

3.1 实现部署

质量检验信息管理系统底层采用 Kubernetes 虚拟机，利用其容器化的模式进行虚拟多机封装，具体实例硬件配置如表 1 所示。质量检验信息管理系统搭建的软件环境如表 2 所示。

表 1 系统硬件环境配置

处理器	内存/GB	硬盘/GB	操作系统
I7-6700HQ	16	60	CentOS 5.0

表 2 系统软件环境配置

软件名称	软件版本
JDK	1.8.40
Maven	3.5.2
Kubernetes	1.6
Node.js	8.10.0

在设计微服务架构时，应该遵循服务自治、接口隔离原则和数据驱动划分优先原则。遵循服务自治、接口

隔离原则即通过标准的接口将各服务进行隔离，隐藏各服务的内部实现细节。各服务独立开发、测试、部署，同时以服务为单位持续交付，消除对其他服务的依赖性，提升服务稳定性，缩小沟通规模。数据驱动划分优先原则指的是通过分析需求，确定系统整体的数据结构，根据数据表之间的关系划分服务，确定服务调用关系。之后根据业务领域对服务进行垂直划分，实现更少次数的调用，降低沟通成本，提升服务性能。

按照以上设计原则，本系统的部署图如图 4 所示，并在其中显示出了本系统的微服务架构设计。

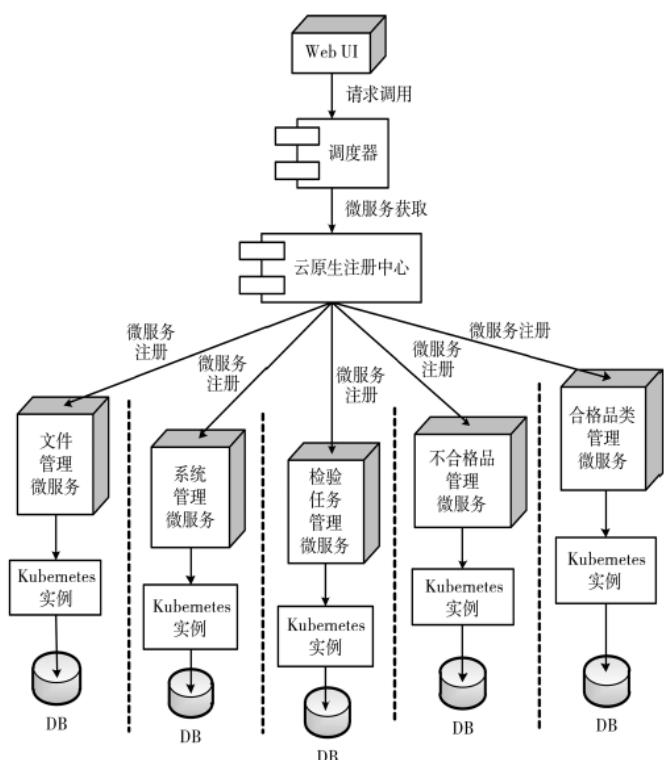


图 4 系统部署图

3.2 功能测试

由于整个系统的功能点很多，详细的功能测试用例较多，此处主要列举系统的部分主要功能测试结果，包括项目组提出检验申请、新增入库检验任务、查看品类列表、查看不合格品列表等功能。

(1) 项目组提出检验申请功能

项目组提出检验申请，进入检验任务申请编辑页面，如图 5 所示，输入项目编号、产品名称、产品型号、产品数量、产品序列号、所属品类、生产厂家、供方名称、检验规范、检验起止时间、检验人数等字段信息，点击保存，页面提示提交成功。

(2) 新增入库检验任务功能

检验员收到检验任务之后，具有新增检验任务的权限。此处以新增入库检验任务功能为例介绍。点击进入新增入库检验页面，如图 6 所示，输入项目编号、产品名



图 5 项目组提出检验申请功能

你当前的位置 : [检验任务管理]-[检验任务申请]	
项目编号	JY2021001
产品名称	服务器
产品数量	100
生产厂家	浪潮
供方名称	XX公司
产品型号	CF1980
产品序列号	SN001~SN100
检验规范	Q/JY2021
检验开始时间	2021.5.31
检验结束时间	2021.6.1
检验人数	1
所属品类	硬件产品
提交成功	
保存	

你当前的位置 : [检验任务管理]-[新增入库检验]	
项目编号	JY2021001
产品名称	服务器
品类名称	硬件产品
检验台(套)数	100
检验项数(每台/套)	12
不合格数量	3
检验准备时间(天)	1
检验时间(天)	2
整理记录、报告时间(天)	1
检验进度	已完成
检验日期	2021.5.31-2021.6.1
检验地点	XX大厦
检验人员	检01
问题描述(不合格)	硬盘参数与合同不符
提交成功	
保存	

图 6 新增入库检验任务功能

称、品类名称、检验台(套)数、检验项数、不合格品数量、检验准备时间、检验时间、整理记录报告时间、检验进度、检验日期、检验地点、检验人员以及对不合格品的问题描述项等字段信息,点击保存,页面提示提交成功。

(3) 查看品类列表功能

进入品类管理模块,点击查看品类列表,可以看到系统包括的被检验产品的分类,还可以浏览各品类描述的详情,如图 7 所示。

你当前的位置 : [品类管理]-[品类列表]			
	品类编号	品类名称	品类描述
<input type="checkbox"/>	I0001	硬件产品	服务器、显示器、机柜等
<input type="checkbox"/>	I0002	软件产品	自研或外包软件系统
<input type="checkbox"/>	I0003	元器件	电子元器件
<input type="checkbox"/>	I0004	低值易耗品	多指办公用品

共有 4 条记录, 当前第 1/1 页 首页 上一页 下一页 尾页 转到第 页 ➤ 转

图 7 查看品类列表功能

(4) 查看不合格品列表功能

如图 8 所示,进入不合格品管理模块,点击查看不合格品列表,可以浏览到目前系统中检验出的不合格品详情,包括故障原因分析和纠正措施等。

3.3 可靠性测试

本文的质量检验信息管理系统中每个微服务都部

你当前的位置 : [不合格品管理]-[不合格品列表]					
不合格品名称	不合格品分类	不合格品数量(台/套)	不合格原因描述	故障原因分析	纠正措施
服务器	硬件产品	3	硬盘参数与合同不符	参数负偏离	返工

共有 1 条记录, 当前第 1/1 页 首页 上一页 下一页 尾页 转到第 页 ➤ 转

图 8 查看不合格品列表功能

署了两个实例,关于微服务的可靠性测试的前提预备条件是系统的两个实例均正常运行。测试步骤是用户针对其中的一个任务请求数据,接着任意下线其中一台服务,此刻用户再次请求数据,查看在其中一个服务意外下线的情况下,系统能否正常提供服务。测试工具为 JMeter。

设定 100 个线程,持续时间 100 s,每个线程发送 10 个请求,两个系统管理微服务正常运行时,JMeter 聚合报告显示平均运行时间为 23 ms,错误率为 0%。接着下线一个系统管理微服务的容器,2 s 后发送同样的请求,JMeter 聚合报告显示平均运行时间为 170 ms,错误率为 0%。由两次测试的对比数据可以看出,在下线了一个微服务实例之后,用户请求还是可以得到正常的响应,响应时间变长,该系统依旧可以正常服务。因此,系统可靠性达到预期。

4 结论

本文设计和实现了一套基于 Cloud Native 的质量检验信息管理系统,介绍了当前质量检验信息管理系统的现状,以及采用 Cloud Native 架构设计和实现的优点及便利。该系统包括检验任务管理服务、品类管理服务、不合格品管理服务、文件管理服务以及系统管理服务 5 个微服务模块,并在文中介绍了该系统微服务的架构部署。最后通过对各微服务模块的功能测试和可靠性测试验证了该系统设计的有效性。

参考文献

- [1] 赵玉忠.我国制造业质量管理影响要素分析与评价[D].天津:天津大学,2009.
- [2] 王晓华.基于物联网的物料质量检验系统[D].武汉:中南民族大学,2016.
- [3] 于洪景.质量技术监督_质量检验的基本知识[Z].灌南年鉴,2008:266.
- [4] 周春艳.质量检验信息管理系统的功能与实现[D].成都:电子科技大学,2013.
- [5] BRUNNER S, BLOCHLINGER M, TOFFETTI G, et al. Experimental evaluation of the Cloud-Native application design[C]// IEEE / ACM International Conference on Utility & Cloud Computing, 2016: 488–493.
- [6] 王启军.持续演进的 Cloud Native 云原生架构下微服务最佳实践[M].北京:电子工业出版社,2018.
- [7] SILL A. Cloud native standards and call for community participation[J]. IEEE Cloud Computing, 2017, 4(5): 56–61.
- [8] GANNON D, BARGA R, SUNDARESAN N, et al. An asynchronous

(下转第 78 页)

- Optics & Laser Technology, 2020, 132(2): 106355.
- [4] XIAN Y, WANG X, YAN X, et al. Image encryption based on Chaotic sub-block scrambling and Chaotic digit selection diffusion[J]. Optics and Lasers in Engineering, 2020, 134(1-2): 106202.
- [5] 杨雪松, 于万波, 魏小鹏. 基于复合超混沌系统且与明文相关联的图像加密[J]. 计算机应用研究, 2011, 28(10): 3807-3810.
- [6] 董小雨, 冯秀芳. 基于动态密钥的彩色图像扩散加密算法[J]. 计算机工程与设计, 2021, 42(5): 1383-1391.
- [7] MATHIVANAN P, GANESH A B. QR code based color image stego-crypto technique using dynamic bit replacement and logistic map[J]. Optik, 2021, 225: 165838.
- [8] ZHEN P, ZHAO G, MIN L, et al. Chaos-based image encryption scheme combining DNA coding and entropy[J]. Multimedia Tools and Applications, 2016, 75(11): 6303-6319.
- [9] PARVIN Z, SEYEDARABI H, SHAMSI M. A new secure and sensitive image encryption scheme based on new substitution with chaotic function[J]. Multimedia Tools and Applications, 2014, 75(17): 10631-10648.
- [10] 费敏, 李国东. 基于 L-R 混沌系统和双重扩散的图像加密算法[J]. 新疆大学学报(自然科学版)(中英文), 2021, 38(3): 290-299, 333.
- [11] UR REHMAN A, Di Xiao, KULSOOM A, et al. Block mode

(上接第 68 页)

- chronous panel discussion: What are Cloud-Native applications[J]. IEEE Cloud Computing, 2017, 4(5): 50-54.
- [9] 高宇. 基于云原生的拓扑服务系统的设计与实现[D]. 成都: 西南交通大学, 2016.
- [10] 梁伟, 杨明川, 冯明. 应用性能管理技术的研发与应用[J]. 电信技术, 2017(6): 42-45.

(收稿日期: 2021-06-06)

(上接第 72 页)

- [10] 李虹, 陆培培. 基于 Unity3D 的虚拟动画系统设计[J]. 现代电子技术, 2021, 44(8): 5.
- [11] 闫兴亚, 王馨梅, 魏梦婕. 基于虚拟现实的丝绸之路交互系统的设计与开发[J]. 计算机与数字工程, 2020, 48(4): 838-842.
- [12] 李卫强, 曹辉. VR 机舱人机交互姿态追踪器的算法设计[J]. 船海工程, 2018, 47(4): 4.
- [13] YANG Y, WENG D, LI D, et al. An improved method of pose estimation for lighthouse base station extension[J]. Sensors(Basel), 2017, 17(10): 2411.
- [14] 胡文东, 张利利, 马进, 等. 人体剩余能力检测装置及其

image encryption technique using two-fold operations based on chaos, MD5 and DNA rules[J]. Multimedia Tools and Applications, 2019, 78(7): 9355-9382.

- [12] UR REGMAN A, Liao Xiaofeng, HAHSMI M A, et al. An efficient mixed inter-intra pixels substitution at 2bits-level for image encryption technique using DNA and chaos[J]. Optik: Journal for Light-and Electronoptic, 2018, 153: 117-134.
- [13] YU J, GUO S, SONG X, et al. Image parallel encryption technology based on sequence generator and Chaotic measurement matrix[J]. Entropy, 2020, 22(1): 76.
- [14] 刘为超, 刘义沛. 基于 Logistic 混沌置乱的图像加密算法[J]. 科学技术创新, 2020(36): 125-126.
- [15] 韩雪娟, 李国东. 动态猫变换和混沌映射的图像加密算法[J]. 计算机工程与设计, 2020, 41(8): 2381-2387.

(收稿日期: 2021-04-01)

作者简介:

张文字(1996-), 女, 硕士, 主要研究方向: 图像处理、混沌密码学。

幸荣盈(1998-), 女, 硕士, 主要研究方向: 数据挖掘。

李国东(1972-), 通信作者, 男, 博士, 教授, 主要研究方向: 图像处理、数据挖掘, E-mail:lgdzhy@126.com。



扫码下载电子文档

作者简介:

陈波(1989-), 女, 硕士研究生, 工程师, 主要研究方向: 计算机应用技术及网络安全。

吴云峰(1977-), 男, 硕士研究生, 正高级工程师, 主要研究方向: 控制工程及网络安全。

卢凯(1977-), 男, 本科, 高级工程师, 主要研究方向: 控制工程及网络安全。



扫码下载电子文档

灯控阵列: 中国, CN103417227[P]. 2013-12-04.

- [15] 唐孟军, 胡文东, 马进, 等. 地面模拟航空险情及有效性评价[J]. 中华航空航天医学杂志, 2017, 28(2): 5.

(收稿日期: 2021-05-19)

作者简介:

丛林(1989-), 男, 硕士研究生, 助理研究员, 主要研究方向: 人因与工效学、应用心理学。

杨菁华(1983-), 女, 硕士, 副教授, 主要研究方向: 应用心理学、高教英语。

孙继成(1989-), 通信作者, 男, 博士研究生, 助理研究员, 主要研究方向: 人因与工效学、应用心理学, E-mail: sjcfm-mu@163.com。



扫码下载电子文档

版权声明

经作者授权，本论文版权和信息网络传播权归属于《电子技术应用》杂志，凡未经本刊书面同意任何机构、组织和个人不得擅自复印、汇编、翻译和进行信息网络传播。未经本刊书面同意，禁止一切互联网论文资源平台非法上传、收录本论文。

截至目前，本论文已经授权被中国期刊全文数据库（CNKI）、万方数据知识服务平台、中文科技期刊数据库（维普网）、DOAJ、美国《乌利希期刊指南》、JST 日本科技技术振兴机构数据库等数据库全文收录。

对于违反上述禁止行为并违法使用本论文的机构、组织和个人，本刊将采取一切必要法律行动来维护正当权益。

特此声明！

《电子技术应用》编辑部

中国电子信息产业集团有限公司第六研究所