

基于RFID和人脸识别的设备管理系统设计与应用

谢煜颖

浙江理工大学信息学院, 浙江 杭州

Email: 735308107@qq.com

收稿日期: 2021年6月1日; 录用日期: 2021年6月21日; 发布日期: 2021年6月28日

摘要

随着生产力水平和科学技术的提升, 各行各业不断投入大量的设备, 设备管理系统成为企业高效管理和利用设备资源的重要工具。然而当前存在的设备管理系统并不能满足现代化企业的需求, 存在种种缺陷: 重要设备监控力不足, 设备追寻困难, 管理流程不够便捷, 却少预防性维护及有效数据分析。本文设计的基于Vue前端框架、SpringBoot后端框架的设备管理系统, 提供设备采购管理、设备出入库管理、设备预约与出借管理、设备巡检、设备维修、设备处置管理等功能, 将设备的全生命周期交由系统管理, 实现对设备及信息的一体化管理, 并通过人脸识别、NFC、RFID、GPS等技术, 保障设备安全性, 通过OCR、语音输入、即时通讯、数据分析预测等功能提高用户体验。

关键词

设备管理, 人脸识别, NFC, RFID

Design and Application of Device Management System Based on RFID and Face Recognition

Yuying Xie

School of Information Science and Technology, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou Zhejiang

Email: 735308107@qq.com

Received: Jun. 1st, 2021; accepted: Jun. 21st, 2021; published: Jun. 28th, 2021

Abstract

With the improvement of productivity and technology, all walks of life continue to invest a lot of

文章引用: 谢煜颖. 基于 RFID 和人脸识别的设备管理系统设计与应用[J]. 软件工程与应用, 2021, 10(3): 382-395.

DOI: 10.12677/sea.2021.103043

equipment, and equipment management system has become an important tool for enterprises to efficiently manage and use equipment resources. However, the existing equipment management system cannot meet the needs of modern enterprises. There are various defects: lack of monitoring power of important equipment, difficult equipment tracking, inconvenient management process, less preventive maintenance and effective data analysis. This paper designs a device management system based on Vue front-end framework and springboot back-end framework, which provides the functions of equipment procurement management, equipment warehousing management, equipment reservation and lending management, equipment inspection, equipment maintenance, equipment disposal management, etc. The whole life cycle of the equipment is managed by the system, and the integrated management of equipment and information is realized DFID, GPS and other technologies ensure the safety of the equipment, and improve the user experience through OCR, voice input, instant messaging, data analysis and prediction and other functions.

Keywords

Device Management, Face Recognition, NFC, RFID

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着科学技术的发展,设备的种类、数量越来越多。如何提高设备管理的效率,优化企业资源成为企业的迫切需求。然而当前存在的设备管理系统并不能满足现代化企业的需求,设备管理的种种缺陷逐渐暴露:对企业中不同重要程度的设备使用同样的管理方式,重要或特殊设备监管力度不足,导致设备追寻困难,设备丢失难以追踪负责人;管理流程不够便捷,盘点效率低;设备数据信息混乱,更新不及时;缺少预防性维护及有效数据分析,无法优化企业设备资源。

为此设计基于人脸识别 + RFID 技术的设备管理系统,利用现代化的手段,有效保管设备资产,实现设备分级管理,同时兼顾实际生产研发过程的便利性,简化设备借用流程。同时提供标准化、精细化的企业设备管理,围绕设备的“进、出、维、修、检”各个环节追踪设备的整个生命流程,帮助管理员追寻设备状态,追踪责任人。并通过人脸识别、安全预警等功能,保障设备信息安全性和保密性。

2. 需求分析

图 1 中给出系统总体需求图,按照角色进行功能划分,具体需求如下:

1) 普通用户

①设备预约:用户可以进行设备的预约使用,可以在查看设备的使用状态下选择具体的预约时间。若该时间段设备已被借用,系统会推荐类似设备供用户选择。用户也可以选择与在借者已经即时通讯,人性化沟通交流。

②设备借还:用户成功预约设备后,可以在预约时间对设备进行借用。

③设备报修申请:用户在使用设备时,发现设备损坏,可以提交报修申请,上传设备损坏照片及其他信息。

- ④提交采购建议：用户可以提交采购申请，要求购入某设备。
- ⑤消息通知：用户可以接收申请审批通过，设备借用到期等通知。
- 2) 各级经理
 - ①系统管理：管理员可以对公司内部组织结构，部门、人员、角色进行管理。可以维护公司员工的资料信息和公司内部管理体系
 - ②审核管理：审核采购申请、预约申请、处置申请。可以更加细化的审核和管理设备，保证公司内部设备的安全性与可追踪性。
 - ③设备管理：分为购置管理、设备台账、设备折旧、设备处置、标签打印五个小模块，可以对设备生命周期进行详细追踪记录，设备状态透明可见。
- 设备处置下划分设备转移、设备报废、设备变卖、设备调拨四个小模块，对不同设备申请进行具体的管理。
- ④设备维护管理：分为维修管理和巡检管理。管理员可以查看设备维修工单，设置巡检计划，查看发布巡检任务。
- ⑤数据分析：查看各项数据报表及分析。查看设备数量分布情况，查看设备综合效率、设备利用率、设备故障分析等。
- 3) 维修人员
 - ①消息通知：可以接收维修通知。
 - ②完成维修单：查看维修单并完成任务。
- 4) 巡检人员
 - ①消息通知：可以接收巡检通知。
 - ②完成巡检任务：查看巡检任务并登记巡检情况。巡检时，可使用手机端集成的 NFC 读取设备信息，并完成盘点信息记录。

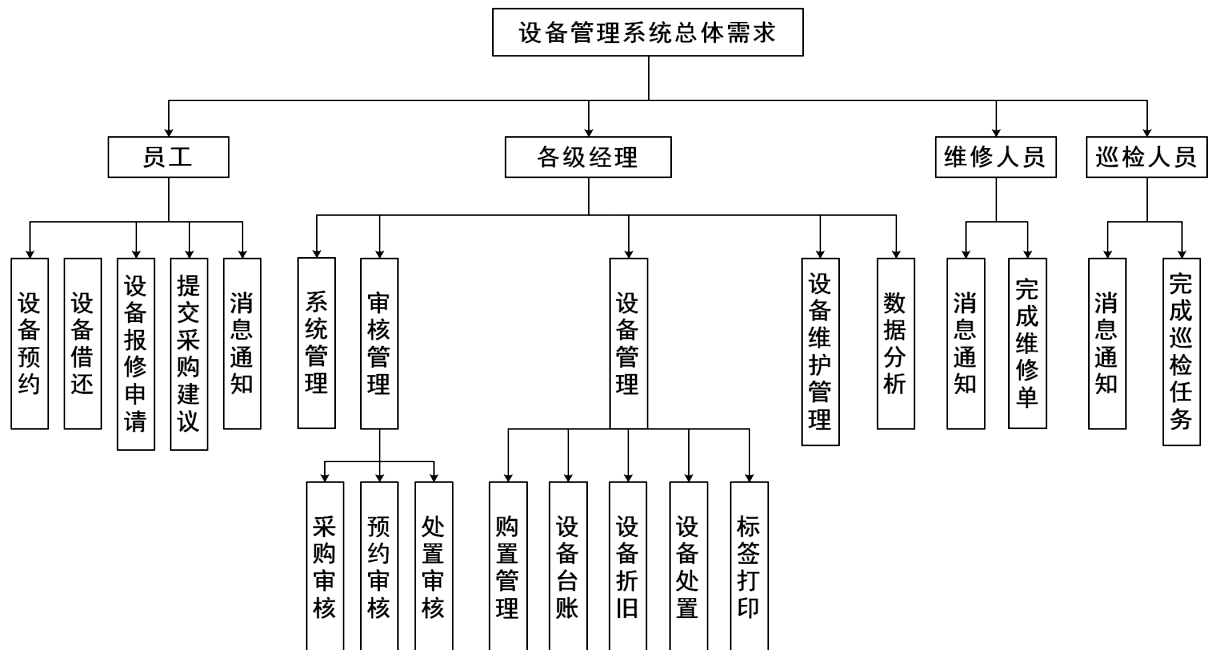


Figure 1. Analysis of overall system requirements
图 1. 系统总体需求分析

3. 系统设计

3.1. 系统架构

本系统前端部分采用 Vue 框架，Vue 是一套用于构建用户界面的渐进式框架。Vue 的核心库只关注视图层，不仅易于上手，还便于与第三方库或既有项目整合。另一方面，当与现代化的工具链以及各种支持类库结合使用时，Vue 也完全能够为复杂的单页应用提供驱动[1]。

本系统后端采用 Spring Boot 框架，该框架可以快速构建企业级的应用程序，简化开发的繁琐配置，从而极大的提高了开发的效率，简化了部署流程[2]。

系统整体架构设计如图 2 所示，系统提供 Web 网页端和移动端两大服务端口。系统主要由系统管理、审核管理、设备管理、维护管理、数据分析五大功能模块组成，各模块之间相互协作。

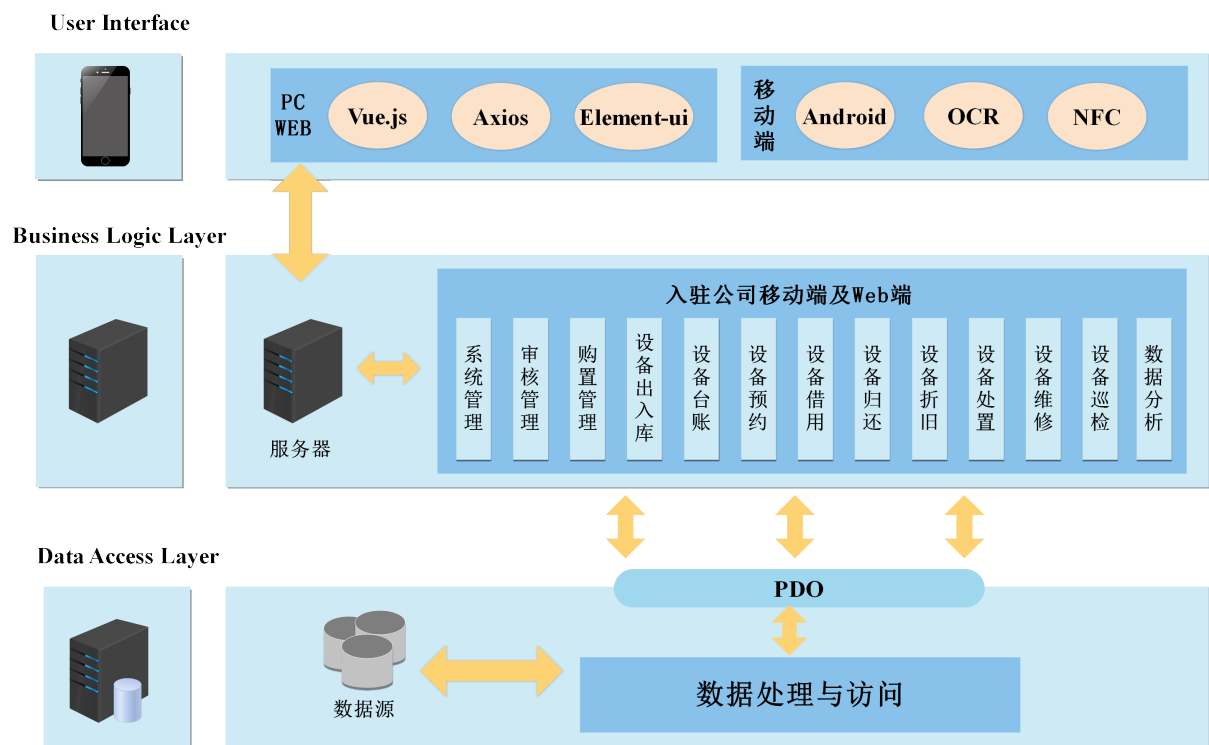


Figure 2. System architecture diagram

图 2. 系统架构图

3.2. 系统流程

1) 普通用户

普通用户可进行设备预约，设备借用与归还，设备报修等功能。设备借还序列图如图 3 所示，设备报修序列图如图 4 所示。

2) 各级经理

经理可进行系统管理、审批管理、设备管理、维护管理。经理序列图见图 5。

3) 维修人员

维修人员接收维修任务并完成维修工单，序列图见图 6。

4) 巡检人员

维修人员接收巡检任务，并使用手机 NFC 对设备进行盘点，填写信息，序列图见图 7。

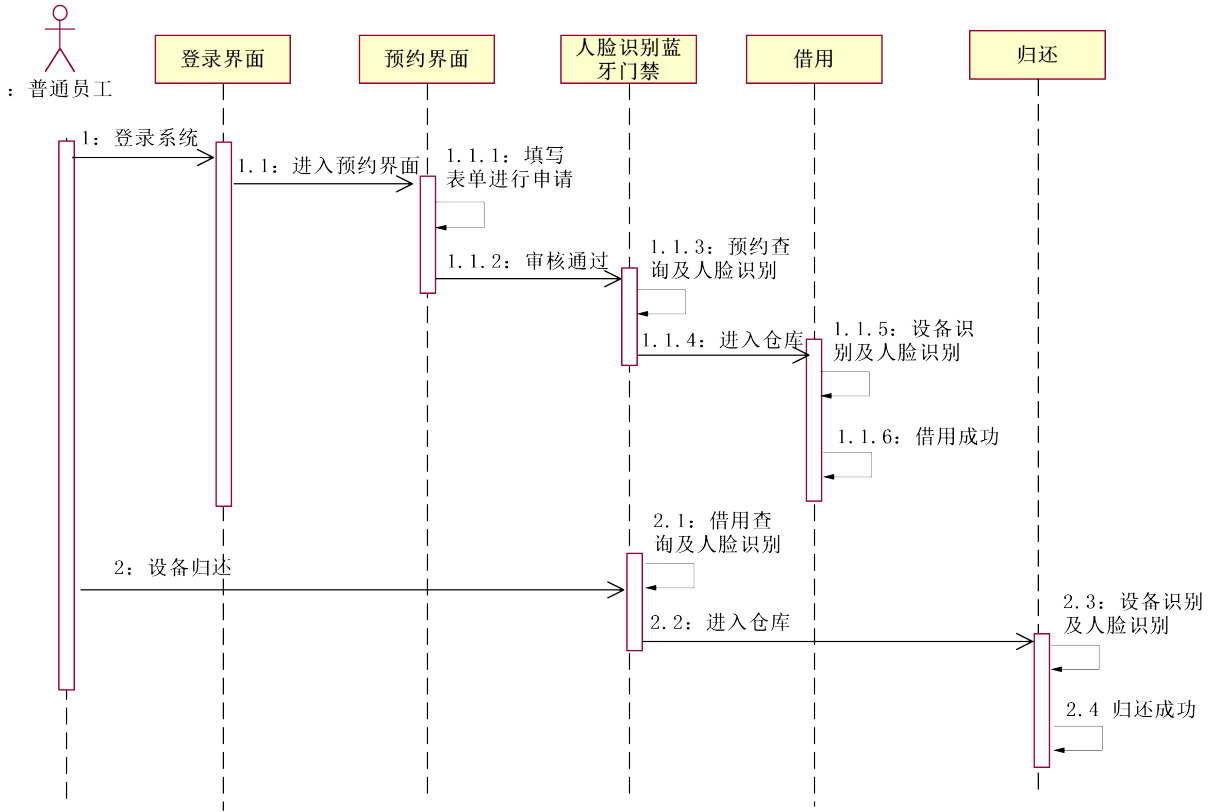


Figure 3. User's equipment borrowing and returning sequence diagram

图 3. 用户设备借还序列图

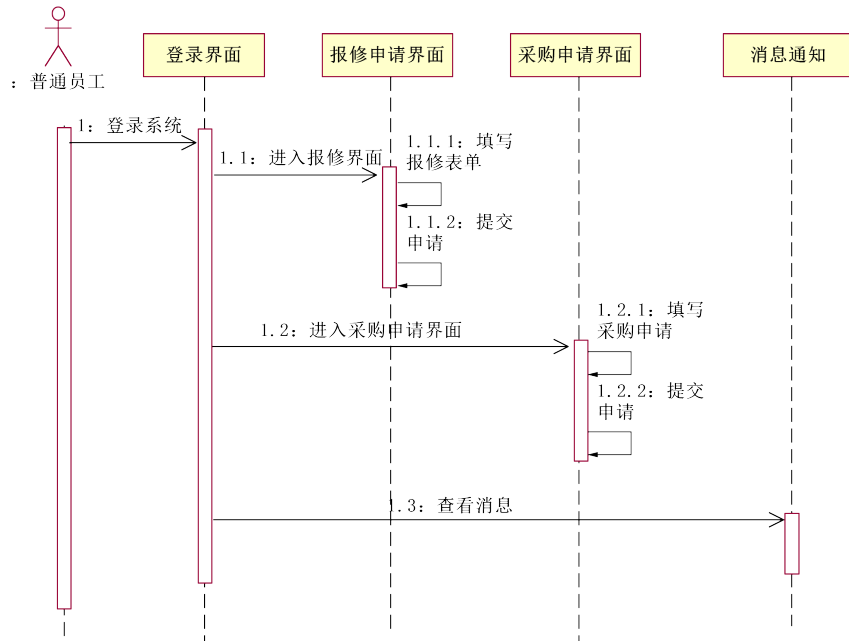


Figure 4. User's repair sequence diagram

图 4. 用户报修序列图

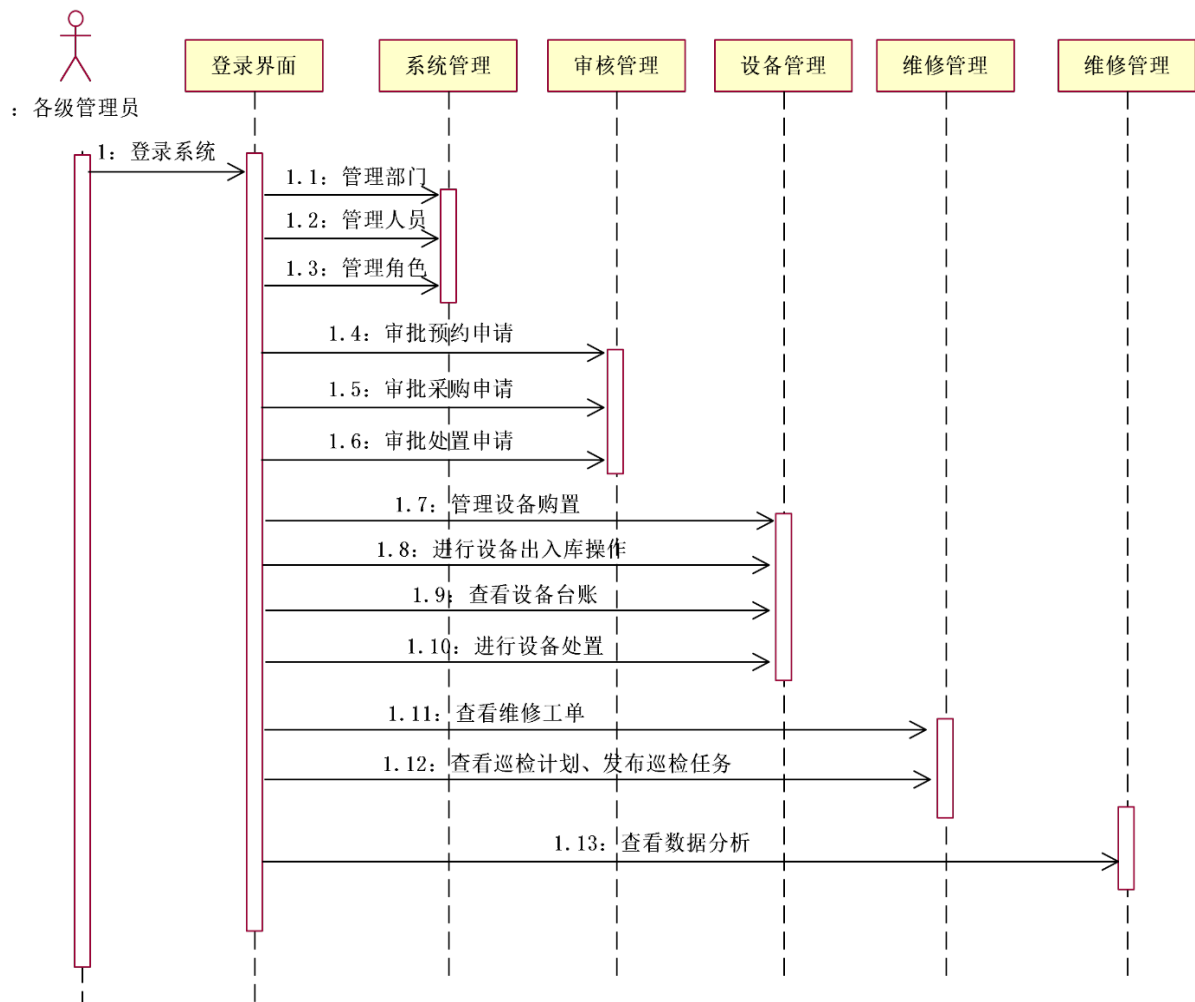


Figure 5. Sequence diagram of manager

图 5. 经理序列图

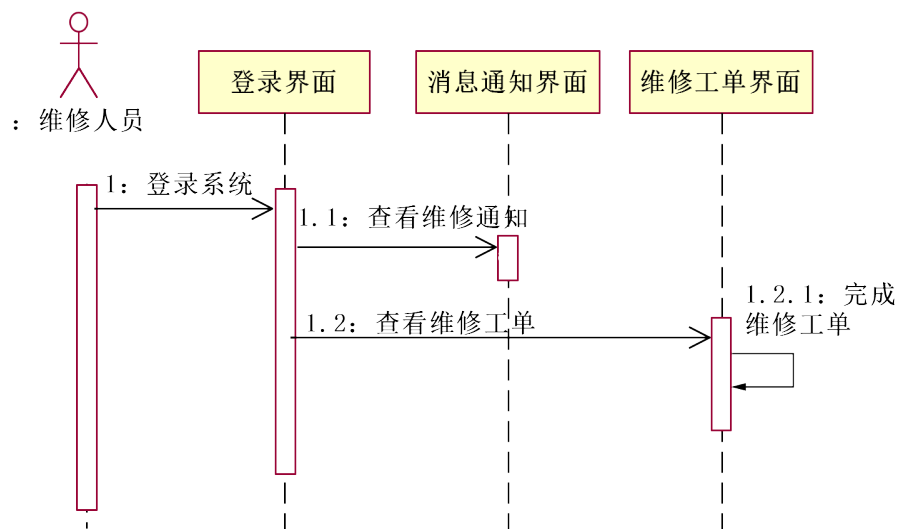


Figure 6. Sequence diagram of maintenance personnel

图 6. 维修员序列图

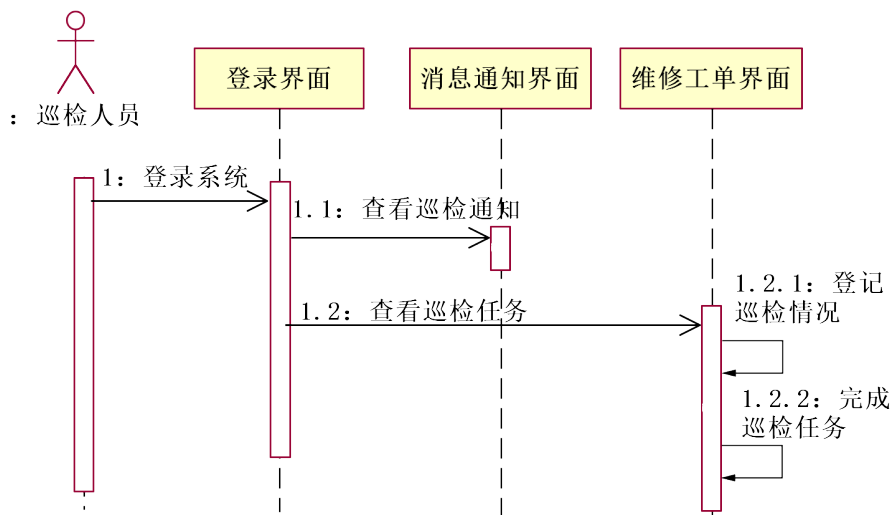


Figure 7. Sequence diagram of inspectors
图 7. 巡检员序列图

4. 系统实现

4.1. 关键技术

1) Opencv + ArcFace

ArcFace 是虹软视觉开放平台提供的人脸识别 SDK 基于专业的人脸识别算法，为用户免费提供人脸识别技术为支撑的人脸检测、人脸比对、人脸追踪、活体检测、人证比对等产品。本项目通过使用 ArcFace 接口开发人脸门禁，人脸借用功能及报警装置[3]。

OpenCV 是一个基于 BSD 许可(开源)发行的跨平台计算机视觉和机器学习软件库，可以运行在 Linux、Windows、Android 和 Mac OS 操作系统上。它轻量级而且高效——由一系列 C 函数和少量 C++ 类构成，同时提供了 Python、Ruby、MATLAB 等语言的接口，实现了图像处理 and 计算机视觉方面的很多通用算法。本项目在基于 ArcFace 的人脸识别算法基础上，使用 OpenCV 进行视频流的抓帧处理，将每一帧图片进行灰度处理及均衡直方图处理，对图像进行增强，提高人脸识别的准确率。

本系统将此技术应用于三个方面。第一个方面应用于设备的仓储式封闭管理，通过人脸识别验证身份开启仓库大门。第二个方面是使用此技术识别借用人员身份进行设备借用。第三个方面是在设备带出公司时，通过人脸识别确认带出人。

2) RFID 技术

无线射频识别即射频识别技术(RFID)，是自动识别技术的一种，通过无线射频方式进行非接触双向数据通信，利用无线射频方式对记录媒体(电子标签或射频卡)进行读写，从而达到识别目标和数据交换的目的。一套完整的 RFID 系统，是由阅读器与电子标签也就是所谓的应答器及应用软件系统三个部分所组成，其工作原理是阅读器(Reader)发射一组特定频率的无线电波能量，用以驱动电路将内部的数据送出，此时 Reader 便依序接收解读数据，送给应用程序做相应的处理。

本系统使用 RFID 技术对设备进行读取，简便了设备借用的操作，并在公司出口处设置装置，能有效防止设备非法带出公司。

3) NFC 技术

NFC (Near Field Communication)，即近距离无线通讯技术，是一种短距离的高频无线通讯技术，允

许电子设备之间进行非接触式点对点数据传输交换数据。NFC 技术由免接触式射频识别演变而来，并向下兼容 RFID，主要用于手机等手持设备中提供 M2M 通信[4]。在本系统中，考虑到公司经营成本、用户使用便捷度等方面，提供公司另一种方案，使用 NFC 技术进行盘点等操作。

4.2. 场景搭建

本设备管理系统设计了多个功能使用场景，并提供环境搭建方案。

1) 人脸识别蓝牙门禁实景

人脸识别蓝牙门禁系统用于借用设备模块，将摄像头摆放在封闭式仓库入口前。设备在被预约后，借用人来到设备仓库，通过人脸识别进行身份和系统验证，系统根据预约情况返回信息，若已预约可以触发蓝牙门禁开关开启，反之则不会开启，实现了智能安全的识别门禁开关，保证了设备借用的流程的安全便捷性[5] [6]。具体流程如图 8 所示。

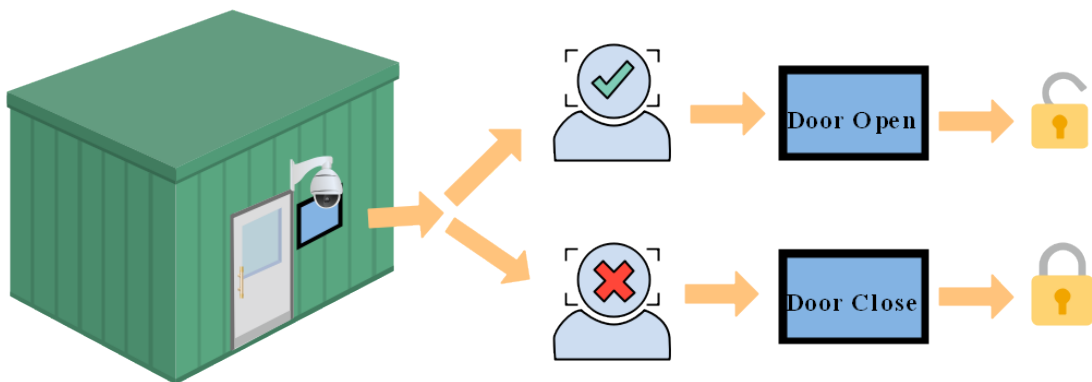


Figure 8. Face recognition Bluetooth access control system

图 8. 人脸识别蓝牙门禁系统

2) 人脸识别 + RFID 借用系统搭建

设备借用系统包括信息屏幕，人脸识别摄像头和 RFID 读写读写器，借用人首先要经过人脸识别的验证，保证是借用人本身来借用设备，防止第三者作弊行为的发生，此时信息提示屏幕会提示人脸识别已经通过可以进行 RFID 卡读写确定借用设备的流程，在成功读取到设备信息后提示屏幕会显示借用人身份信息及设备信息，在两项流程都顺利完成，设备借用过程结束[7] [8] [9]。系统搭建及流程图见图 9 所示。

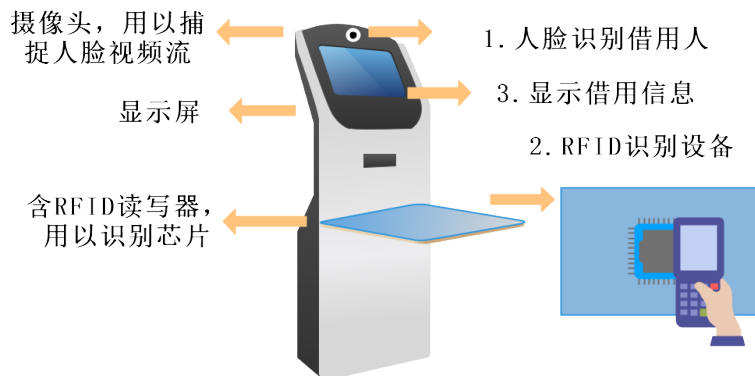


Figure 9. Face recognition + RFID borrowing system

图 9. 人脸识别 + RFID 借用系统

3) 设备安全警报装置

在设备非法带出公司时,会产生设备安全警报。公司出口处装有 RFID 读写器,可识别设备上的 RFID 标签,当员工持有设备通过门禁时,检测设备是否未经允许带出公司,若违规,员工会被人脸识别装置捕获人脸信息,同时触发报警装置,提示管理人员发现非法行为的发生,保证了重要设备的安全性[10][11]。系统搭建及流程图见图 10 所示。

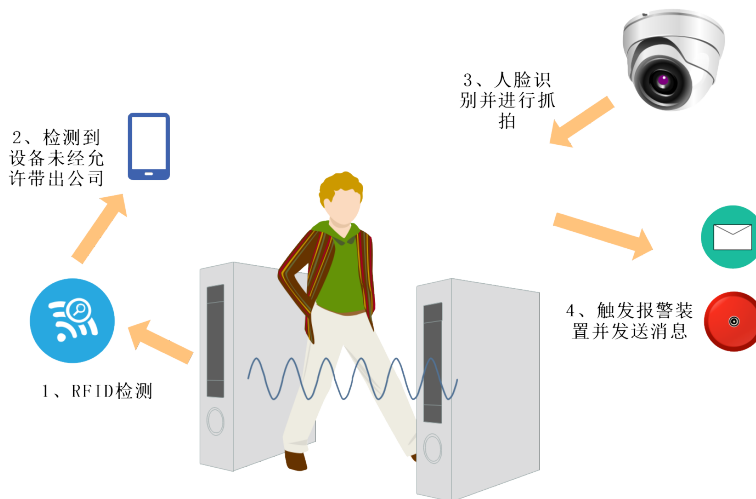


Figure 10. Face recognition + RFID alarm system
图 10. 人脸识别 + RFID 报警装置

4.3. 功能实现

1) 设备入库

管理员在进行设备入库时,填写设备信息,在进行大量设备入库时,可以使用 Excel 批量导入功能,提高工作效率。同时,移动端提供 OCR 文字识别和语音输入功能,使入库操作更为便捷。OCR 文字识别功能和语音输入功能使用百度 SDK 进行实现,简便开发流程,且准确率高。图 11 为设备入库界面图。

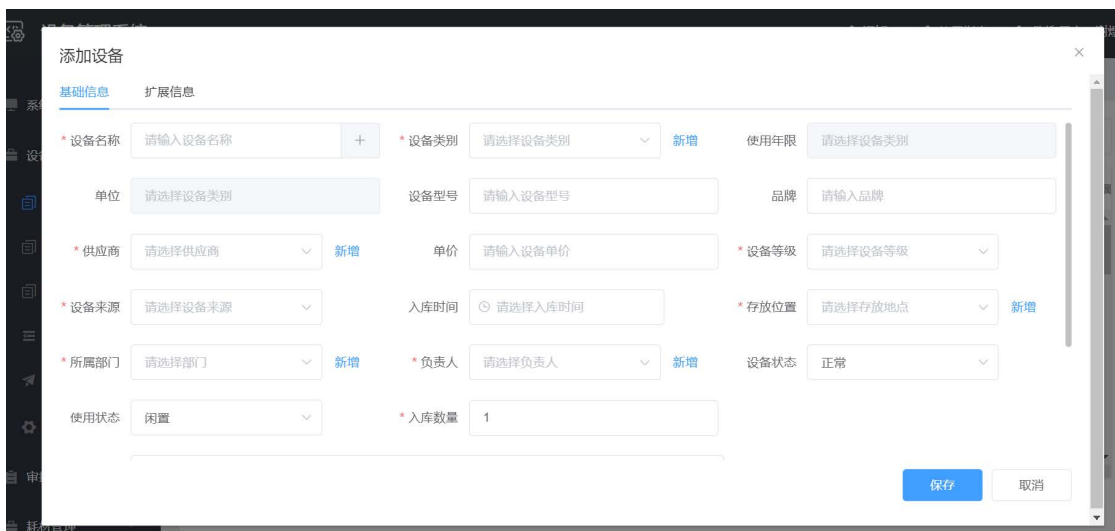


Figure 11. Interface diagram of equipment storage
图 11. 设备入库界面图

2) 设备预约

用户在使用设备之前,需要进行设备预约,填写设备信息及预约信息,提交表单。等待管理员审核。若设备已经被预约,可以选择系统提供的即时通讯功能,与当前预约人联系交涉,进行设备转借。或选择系统提供的设备推荐功能,使用其他设备。设备预约图见图 12。

Figure 12. Interface diagram of equipment booking
图 12. 设备预约界面图

3) 审批处理

管理员接收来自用户提交的预约申请、采购申请、处置申请。选择同意或驳回。当前审批节点同意后,转入下一审批节点。若全部通过,则审批结果通过,若某一环节驳回,则审批结果为驳回。审批管理图见图 13。

4) 设备转借

员工之间可进行设备转借,当前在借人和转借人都需要先进过人脸验证,确保为本人操作。当前借用人选择转借设备,展示转借二维码,转借人扫描二维码即可快速完成转借。

5) 设备报修

员工在使用设备时,设备发生故障,可选择设备报修。提交故障信息并拍摄图片,管理员接受到报修申请,指派维修人员进行维修。图 14 为报修界面图。

6) 设备维修

维修人员接收到维修通知,可查看设备故障信息,并选择开始维修,维修结束,填写维修信息并上次维修图片,可将维修原因及处理方法加入维修知识库。图 15 为维修工单界面图。



Figure 13. Interface diagram of approval processing
图 13. 审批处理界面图



Figure 14. Interface diagram of equipment repair
图 14. 设备报修界面图



Figure 15. Interface diagram of equipment maintenance
图 15. 设备维修界面图



Figure 16. Interface diagram of equipment inspection
图 16. 设备巡检界面图

7) 设备巡检

巡检人员接收到巡检通知,可查看巡检任务,并在指定时间,指定范围进行设备盘点。系统使用 GPS 定位确保巡检人员在指定范围内进行操作,并且巡检人员完成任务需上传图片,以此避免虚假巡检。巡检任务界面图见图 16。

5. 系统性能分析

经过测试,系统各功能模块运行无误,正常显示界面,交互性良好,能对用户操作进行提示,系统响应及时,基本满足设备管理需求,能提供稳定良好的服务。

使用压力测试,模拟 100 个客户端对系统进行并发操作,所有请求在 4 ms 内完成,每秒处理 53,078.56 次请求。由于系统使用 Redis 缓存加快访问速度,提高了响应速度,有效解决高并发问题并提高系统性能。

6. 系统亮点分析

1) 设备全生命周期一体化管理

设备管理系统提供的设备采购管理、出入库管理、设备预约与出借管理、设备巡检、设备维修、设备报废管理等功能,将设备从采购到报废的生命周期交由系统管理,实现设备全生命周期管理的目标,达到对设备及信息的一体化管理。生命周期一体化管理利于设备各阶段状态信息的记录与同步,实时反馈给系统,做到有条不紊的管理上万台设备。信息一体化便于管理人员查看设备及相关信息,设备生命周期以时间轴的形式展现,清晰直观,有利于管理员查看设备生命周期各阶段状态及设备追寻。

2) 便捷化的操作模式

考虑到新企业入驻或设备台账更新等场景下大量设备入库的问题,系统提供了 Excel 批量导入功能,企业可上传原有设备台账 Excel 进行一键入库,大大提高工作率。同时,提供 OCR 文字识别录入、语音输入功能,解放双手,不再需要输入繁多的设备信息,真正实现便捷入库。通过将 RFID 集成到 APP 端,帮助巡检人员快速完成巡检,巡检员只需一部手机即可完成巡检操作。

3) 配套的人脸识别设备安全保障系统

考虑企业中重要设备或机密设备的安全保障问题,系统提供配套的人脸识别设备安全保障应用套件包括人脸识别蓝牙门禁及人脸识别 + 电子围栏 + RFID 警报装置。人脸识别蓝牙门禁用于重要设备的仓储式封闭管理,用户需经过预约审核及人脸审核才能进入仓库借用设备,同时记录下进入仓库的人及时间。人脸识别 + 电子围栏 + RFID 警报装置用于在公司门口增设卡口,当设备未经允许非正常带出公司,能够记录员工人脸、时间并自动报警。

4) 提供先进有效的反人为作弊手段

考虑到各环节都出现人为作弊情况,为更有效保管企业设备资产,本系统通过人脸识别、GPS 等提供先进有效的反人为作弊手段。在各环节增设人脸识别环节,确保本人操作,设备转借需双方现场扫码确认才可完成转借操作;设定 GPS 误差范围,只有在误差范围中才可提交巡检数据,按计划执行巡检内容和记录 GPS 位置,巡检完成现场拍照,避免巡检不尽责、不到位;同时对长时间借用设备员工展开随机抽查,员工需完成系统指定任务,防止非本人借用情况。

5) 科学全面的数据分析平台

系统收集、加工、整理设备管理明细数据,以图形、图表方式实时展现给管理员,清晰直观;故障概率预警模块,训练概率预测模型,提前一步告知管理员设备的故障状态及时维护提高寿命上限,节约成本;采购建议模块根据企业设备使用率提供最优设备采购建议,报废预测模块根据设备生命周期预测

设备寿命，真正实现科学有效的管理设备，助力企业未来设备规划。

7. 结束语

本系统是将设备管理领域的专业经验，与强大的任务流程管理平台及最新的移动信息技术结合在一起，专门为企业的设备管理打造的一款专业的设备管理软件。它提供对设备全生命周期的管理，实现对设备的可追溯性，帮助企业优化设备管理流程，提高设备资源的利用率，节约维修成本，提高企业总体效率，并且利用人脸识别、RFID 等技术提高设备信息安全性和保密性，解决对重要设备的管理问题。

参考文献

- [1] 蔡泽铭, 王文华. 基于 Vue.js 的信息管理系统前端架构[J]. 电子技术与软件工程, 2020(18): 142-144.
- [2] 江健锋, 徐振平. Springboot 最小系统的设计与实现[J]. 电脑知识与技术, 2021, 17(4): 62-63.
- [3] 李殊哲, 丁德红. 基于虹软算法的多人脸目标识别系统实现[J]. 电脑知识与技术, 2020, 16(31): 215-218.
- [4] 王宇伟, 张辉. 基于手机的 NFC 应用研究[J]. 中国无线电, 2007(6): 3-8.
- [5] 李成渊, 俞越, 刘远杰, 彭伟明. 基于人脸识别 SDK 开发的酒店信息管理系统设计与实现[J]. 无线互联科技, 2020, 17(22): 48-50.
- [6] 林利祥, 陈创, 王幸, 江文东, 陈文睿, 李津, 牛铭, 梁旭懿, 谭桂轩. 融合 RFID 和人脸识别技术的智能工器具管理系统[J]. 物联网技术, 2019, 9(6): 110-113.
- [7] 佟冬. RFID 与人脸识别技术在开放实验室管理中的应用[J]. 数码设计, 2017, 6(6): 28-29.
- [8] 朱志胜, 丁淑君, 许松林. 基于 RFID 技术的机载设备维护管理系统[J/OL]. 航空工程进展: 1-7. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1479.V.20210524.0853.006.html>, 2021-05-31.
- [9] 伊波, 程晓刚, 陈慧瑜. 基于 RFID 的医疗设备自动管理系统[J]. 科技经济导刊, 2021, 29(14): 50-51.
- [10] 谢芸, 陈宁江. RFID 与人脸识别技术在开放实验室管理中的应用[J]. 现代计算机(专业版), 2015(1): 32-35+41.
- [11] 李季, 樊少华, 刘殿臣. 一种基于 RFID 和动态人脸识别技术的警用装备管理解决方案[J]. 信息技术与信息化, 2015(3): 166-167.