

引用本文格式 王晓丽, 王彩虹, 薛晓娟, 等. 北京市畜牧业生物安全智能监管系统(生猪)技术体系架构[J]. 农业工程, 2024, 14(3): 23-26. DOI: 10.19998/j.cnki.2095-1795.2024.03.004. WANG Xiaoli, WANG Caihong, XUE Xiaojuan, et al. Technical system architecture of Beijing animal husbandry biosafety intelligent supervision system (Pig)[J]. Agricultural Engineering, 2024, 14(3): 23-26.

北京市畜牧业生物安全智能监管系统(生猪) 技术体系架构

王晓丽, 王彩虹, 薛晓娟, 范媛媛, 王森, 韩姣, 程旭, 刘胤池
(北京市数字农业农村促进中心, 北京 100101)

摘要: 面对非洲猪瘟的影响, 北京市在积极恢复生猪产能的同时, 开发建设北京市畜牧业生物安全智能监管系统(生猪), 集合人工智能、结构化画面识别、知识库规则引擎等技术, 通过感知设施对生猪养殖、屠宰环节进行监控, 利用人工智能进行数据分析, 进一步加强生物安全监管力度, 降低生猪产业的疫情风险。阐述了北京市畜牧业生物安全智能监管系统(生猪)技术设计原则, 概括总结了建设系统采用的核心技术和系统技术架构等。

关键词: 生猪; 畜牧业; 生物安全; 智能监管; 北京市

中图分类号: S126 文献标识码: A 文章编号: 2095-1795(2024)03-0023-04

DOI: 10.19998/j.cnki.2095-1795.2024.03.004

Technical System Architecture of Beijing Animal Husbandry Biosafety Intelligent Supervision System (Pig)

WANG Xiaoli, WANG Caihong, XUE Xiaojuan, FAN Yuanyuan, WANG Miao, HAN Jiao, CHENG Xu, LIU Yinchi
(Beijing Digital Agriculture and Rural Promotion Center, Beijing 100101, China)

Abstract: In the face of impact of African swine fever, while actively restoring pig production capacity, an intelligent biosafety supervision system (pig) for animal husbandry was developed, which integrating artificial intelligence, structured image recognition, knowledge base rule engine and other technologies. Through perception facilities, entire pig breeding and slaughtering process was monitored, and artificial intelligence was used for data analysis to further strengthen biosafety supervision and reduce epidemic risk of the pig industry. Technical design principles of Beijing animal husbandry biosafety intelligent supervision system (pig) were elaborated, and core technologies and system technology architecture adopted in construction of the system were summarized.

Keywords: pigs, animal husbandry, biosafety, intelligent supervision, Beijing City

0 引言

2018年以来, 受到全国性非洲猪瘟冲击, 北京市生猪出栏和猪肉产量下降明显, 猪肉市场的稳定供给和服务首都功能受到影响^[1]。动物防疫与动物产品安全监管是农业农村部门的重要职责, 也是重点关注的领域, 它关乎人类健康、食品安全、产业安全和生态安全^[2]。面对养殖户生物安全意识不强、生物安全标准化程度不高、生物安全有效监管手段不足等突出问题, 从快、从严、从实弥补漏洞, 构建坚实的生猪养

殖业防疫屏障迫在眉睫^[3]。2022年, 开发建设了北京市畜牧业生物安全智能监管系统(生猪), 用人工智能加规则引擎库进行生猪全产业链的智能防控监管, 有助于养殖场、屠宰场等系统性地防范非洲猪瘟, 从管理源头奠定产业数字化根基, 实现有效的数据共享和风险防控^[4]。

1 设计原则

本研究对北京市畜牧业生物安全智能监管系统(生猪)进行深入项目分析和系统方案设计, 采用科

收稿日期: 2023-08-17 修回日期: 2023-12-11

作者简介: 王晓丽, 农艺师, 主要从事农业农村信息化研究、智慧乡村建设、三农舆情监测、数据资源管理等

E-mail: wxl@nynj.beijing.gov.cn

王彩虹, 通信作者, 农艺师, 主要从事农业信息化研究、农村创新创业及社会化服务体系有关数据

监测、分析研究 E-mail: wangcaihong@nynj.beijing.gov.cn

在线投稿
www.d1ae.com

学的项目实施管理计划和成熟的技术，严格遵循以下建设原则。

1.1 可靠性原则

在智能硬件选型、安装调试等环节需要严格执行国家、行业的有关标准，确保硬件设施运行稳定可靠。在整体系统设计时，充分考虑业务平台的鲁棒性、容错性，通过负载均衡、主备服务、数据备份和运维平台等多种手段，保障系统时刻处于高可用状态^[4]。

1.2 先进性原则

充分考虑成熟可靠的先进技术，并且要具有一定的前瞻性，保障 5~10 年的技术领先，运用业内领先的人工智能、区块链、大数据等技术实现智能监控、智能识别、智能报警的目标。

1.3 可扩展性原则

系统设计充分考虑扩展性，包括监管牲畜种类扩展、监管功能扩展、系统规模扩展、业务应用扩展及临时授权用户远程监控等各种可能扩展方式下对现有系统的兼容性和便利性，设计的系统能够满足兼容和平滑扩展的要求。系统软件、硬件采用模块化设计，很好地保护现有投资。工程实施选择标准化的部件，利于灵活替换和容量扩展，并遵守各种标准规定、规范进行设计，为系统扩展提供良好的基础^[5]。

1.4 安全性原则

具有防破坏和防入侵的安全性功能。整个系统、设备、网络前端均考虑人为破坏，软件不受病毒感染、黑客攻击，具有高度的安全和保密性，并有严格的用户身份认证和权限管理机制。

1.5 合理性原则

遵循实用合理、安全可靠的原则进行系统功能设计和设备配置。选择适合本系统特点的最优化技术方案。在技术性价比上，采取不追求高端设备的堆砌，

本着实用的原则进行了科学的配置，以求达到最大的技术性价比。

1.6 共享性原则

在满足业务需求的基础上，新配置的设备在具有一定前瞻性的同时又不过度浪费，充分体现系统的高性价比。遵循经济性、共享性进行设计和建设，从而最大限度地实现资源共享，提升应用绩效。

2 总体架构

系统采用 SpringCloud 云服务架构，基于政务云 IAAS 平台，分布式部署系统服务，整体框架如图 1 所示。

系统采用开源数据库 MySQL，由于涉及大量的视频影像，系统使用了大容量存储，对关键数据进行存储、备份。系统提供 AI 算法服务，为智能化应用提供人工智能技术支撑，并计划逐步将 AI 分析功能开放。系统提供集群服务，通过负载均衡至少保证上千用户的稳定使用。应用终端显示设备涉及显示器、PC、手机等，各级用户根据分级授权进行系统应用，完成数据的上报、交互、查询、业务管理或监管。同时设计了外部系统接口服务，专项用于与外部的系统或数据源进行交互。

3 体系结构

系统体系结构包括 Web 服务层、应用逻辑层和数据管理层，如图 2 所示。

3.1 Web 服务层

Web 服务层直接面对前端访问用户服务，响应来自访问用户的请求。这些服务请求包括了通过 PC 传输的管理端请求，更多的是通过手机 APP 传输的数据采集、录入、拍照等的系统原始数据。



图 1 系统总体架构

Fig. 1 Overall framework of the system

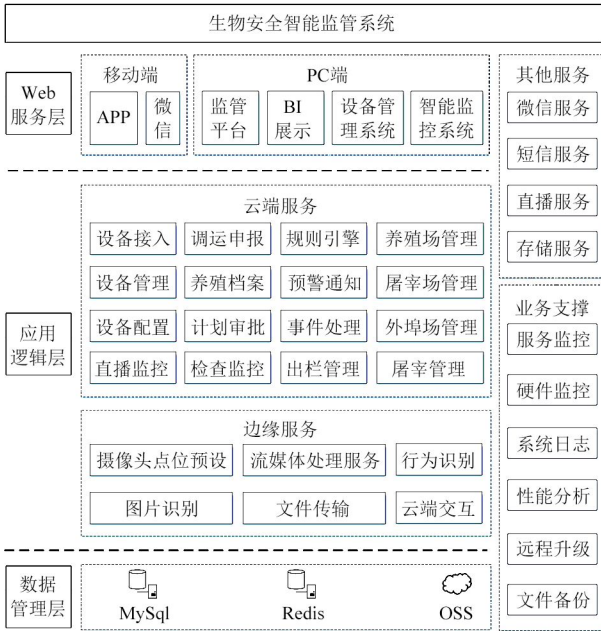


图2 系统体系结构
Fig. 2 System architecture

3.2 应用逻辑层

应用逻辑层包括两个层面的功能。一方面是前台系统中与业务逻辑有关的处理，如管理用户在 PC 端登录进行的数据管理、查询等交互操作。另一方面是针对照片人工智能的识别，包括图片处理、分析、学习和比对等无人干预的处理逻辑。

应用逻辑层是整个系统架构的核心，它的核心是 AI 识别/处理逻辑，因为整个系统是依据大量的多角度照片，以及对这些照片的非人工干预的数据识别。

3.3 数据管理层

数据管理层是系统所有申报数据、管理数据的保

存中心。数据管理层的数据涉及两大类：一类是非结构化数据，即照片；另一类是结构化数据，如养殖场信息、屠宰场信息等。非结构化数据通过应用逻辑层的 AI 识别处理逻辑进行操作、管理和交互；结构化数据则是通过应用逻辑层的业务管理逻辑进行管理。

在存储上，这两部分的数据将根据其特点分类处理：非结构化数据采用文件化加索引化管理，结构化数据则存储在数据库中^[6]。

4 业务架构

系统面向北京市生猪生产全链路，搭建涵盖产业链上所有环节和市内主体的基于区块链的一体化平台，实现产业链各节点快速上链用链。业务架构如图 3 所示。

产业链上的生产主体按照区块链存证和溯源的要求，利用北京市畜牧业生物安全智能监管系统（生猪）实现生产流通各环节数据的采集、加工、处理，数据确权后被推送到区块链上，上链数据同步绑定主体信息和时间戳，经过区块链哈希加密算法后在链上存证备案。区块链存证主要采用两种方式，直接存证和“数字指纹”存证，第 2 种方式主要用于大的文件存证，包括影像资料。

各区负责企业的数据上链，并对生产过程进行监管，数据通过系统上报至市农业农村局，同时接受市局的监督指导。数据在上链过程中，自动根据上下游相关信息进行数据核对，不匹配的数据自动发送报警，便于相关单位/人员进行数据核验。市局、区、产业链各主体通过区块链公共服务平台实现数据查询和追溯管理。对于企业提供的资讯服务信息不进行上链处理，只作为日常数据进行数据库存储。

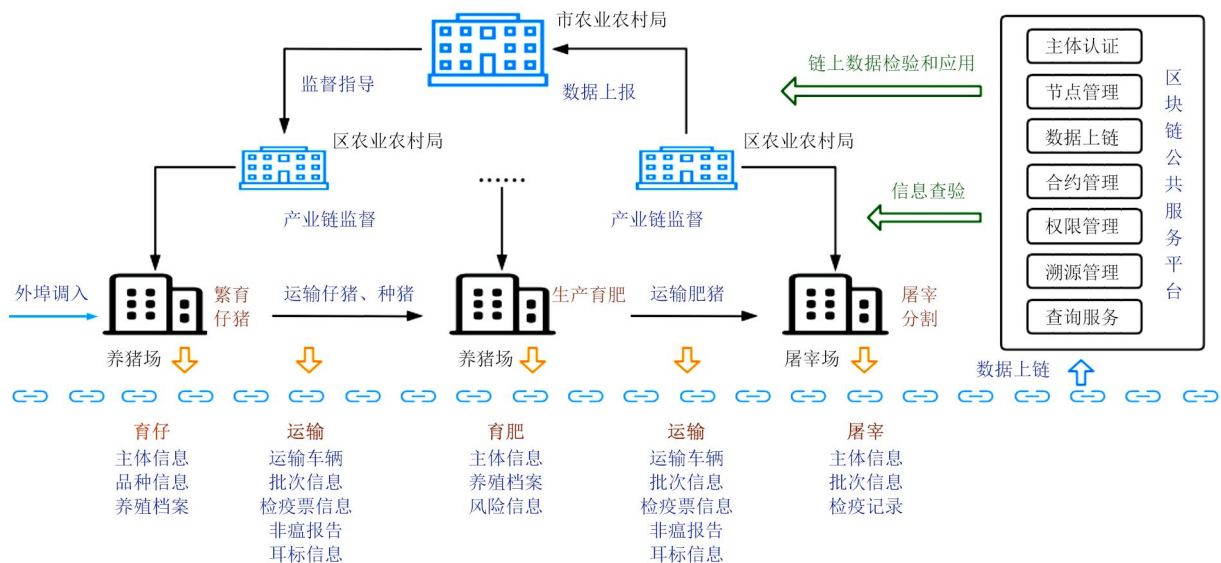


图3 业务架构
Fig. 3 Business architecture

5 核心技术

系统采用 B/S 模式进行构架和开发, 整个系统集中部署, 客户端能自动安装、自动升级, 终端用户不需要部署, 具有较好的可维护性、适应性和可扩展性, 以适应未来系统平台的扩展。同时具有良好的可移植性, 在不同的操作平台均可以运行^[7]。

5.1 人工智能点数技术

基于计算机视觉原理和卷积神经网络的深度学习算法, 经分析研究开发出一套专属于牲畜点数的人工智能算法。算法通过对图片进行光照、模糊度等处理, 提取图片中猪的轮廓、纹理等特征, 再对图片中的猪圈进行分割, 最后实现对猪圈的猪进行智能点数功能。点数精度在 98% 以上。

5.2 猪温度检测

通过红外测温设备采集牲畜的体温, 传输到系统云平台, 在云端进行监控。根据体温的异常来发现牲畜的一些特征, 如疾病等。

红外线测温系统可以有效地解决批量猪管理、猪测温的问题, 红外线测温系统可以在出猪、进猪入口等流动大的地点进行工作, 借助先进的云技术、无线传输技术, 达到无人监测、远程管理的目的。无须工作人员近距离检查猪体温情况, 远距离测温既方便快捷, 也减少了近距离接触引起交叉感染的风险。测温平台系统实现了无人化操作, 增加安全, 可实时储存也可及时智能报警, 并且可以满足事后查证的需要。

5.3 异常事件图像识别算法

通过对海量异常事件(包括死猪、狗、猫、鸟、人员、工作服、雨靴、运猪车、消毒设备等)图像的标定形成数据库, 并经过 100 余万次的图像训练形成异常事件图像识别算法。目前算法能够实现 500 ms 内识别出异常情况, 并将风险事件图像、视频上传云端存储和推送风险提示信息到终端设备, 如图 4 所示。

5.4 无害化处理监管技术

系统对病死畜禽无害化的报备、收集、存储、运输及处理全流程进行监管, 并提供对收集死亡牲畜可溯源检验。借助互联网人工智能技术和信息化手段解决目前无害化处理过程中出现的一系列风险问题, 降低公司成本、节省人力、快速理赔, 同时降低食品风险, 提升食品安全^[8-10]。

6 结束语

采用智能硬件+人工智能+大数据+云计算+区块链+移动互联网等先进技术搭建的北京市畜牧业生物安全



图 4 异常事件识别

Fig. 4 Spotting exceptional event

智能监管系统(生猪), 通过 AI 生物识别技术和区块链技术, 对生物个体进行信息采集、身份识别、确权 and 实时监控。基于计算机视觉原理和卷积神经网络算法, 实现对牲畜的智能点数, 实现对生猪生物安全监管工作的信息化、数字化、智能化管理, 努力创新和完善生猪产业链监管手段, 实现风险预警和超前防范。

参考文献

- [1] 祁钊, 李思奇, 李峰, 等. 规模化猪场智慧生物安全防控系统设计[J]. 智慧农业导刊, 2022, 2(23): 13-15.
- [2] 王滨, 邓昌顺. 生物安全智慧监管平台在生猪养殖领域的应用分析[J]. 中国猪业, 2019, 14(7): 21-24.
- [3] 张护, 曹林, 龙彦蓉, 等. 智慧监管在猪场生物安全管理中的应用[J]. 养猪, 2022(4): 87-88.
- [4] 王振省, 盛可, 周炎希, 等. 物联网技术在生猪养殖中的实践应用[J]. 现代农业科技, 2023(2): 170-173.
- [5] 杨文. 成渝地区数字赋能生猪产业链发展路径研究[D]. 绵阳: 西南科技大学, 2023.
- YANG Wen. Research on the development path of digital enabling live pig industry chain in Chengdu-Chongqing region[D]. Mianyang: Southwest University of Science and Technology, 2023.
- [6] 杨亮, 高华杰, 夏阿林, 等. 智能化猪场数字化管控平台创制及应用[J]. 农业大数据学报, 2022, 4(3): 135-146.
- YANG Liang, GAO Huajie, XIA Alin, et al. Creation and application of an intelligent pig farm digital control platform[J]. Journal of Agricultural Big Data, 2022, 4(3): 135-146.
- [7] 李驰, 罗丽霞, 刘进芳, 等. 非洲猪瘟无疫小区智能化体系建设[J]. 农业工程技术, 2022, 42(23): 80-81.
- [8] 李峰. 规模化猪场智慧生物安全与疾病防控系统的开发与应用[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2022.
- LI Feng. Development and application of intelligent biosafety and disease prevention and control system in large-scale pig farms[D]. Hefei: Anhui Agricultural University, 2022.
- [9] 黄建钦, 李发强. 生物安全技术在现代养猪生产中的应用[J]. 中国畜牧业, 2021(6): 44-45.
- [10] 防控非洲猪瘟, 最终还得回归生物安全[J]. 北方牧业, 2019(23): 16.