

基于人工智能的家禽疾病预警系统研究与设计

马旭¹ 简蕊¹ 杨露露¹ 李广博^{1,2*}

(1.淮北理工学院, 安徽 淮北 235000 2.安徽农业大学, 安徽 合肥 230036)

摘要: 随着全球人口增长与资源环境约束加剧, 家禽产业面临传统生产模式的转型压力, 而人工智能技术为实现精准化管理与智能化决策提供了重要路径。本文聚焦基于人工智能的家禽疾病预警系统, 通过分析传统养殖模式的瓶颈及现有检测技术的局限性, 提出融合深度学习等技术的解决方案。系统设计围绕多维度监测功能展开, 包括实时环境监测(温度、氨气等指标)、实时声音监测(识别咳嗽等异常声音)、实时行为监测(基于图像识别分析饮食、活动等行为)、实时体温监测(利用红外热成像技术)以及禽病智能诊断(结合专业数据库实现自动分析与建议)。系统架构采用“多源感知-智能分析-决策应用”模式, 通过传感器、摄像头等设备采集数据, 经深度学习算法处理后实现异常预警与闭环管理。研究表明, 该系统能有效提升家禽健康监测的实时性与准确性, 降低疾病损失, 推动养殖向精细化、智慧化转型。未来可进一步整合可穿戴设备数据与微生物检测技术, 优化多模态数据融合算法, 并与养殖设施深度集成, 构建一体化智能管理平台。本文的研究与设计为人工智能在农业领域的应用提供了实践参考, 对保障家禽产业可持续发展具有重要意义。

关键词: 家禽康养; 人工智能; 疾病预警

基金项目: 安徽省教育厅自然科学研究项目(重大)(2024AH040217); 基于人工智能下的家禽康养与疾病预警技术研究(S202413620055); 省级质量工程-教学研究项目(2023jyxm1009; 2023xjzts117; 2023sdx145)

DOI: doi.org/10.70693/rwsk.v1i7.1181

1. 引言

随着全球人口持续增长与资源环境约束加剧, 家禽产业正面临传统生产模式难以突破的瓶颈。一方面, 市场对优质禽产品的需求呈刚性增长态势, 另一方面, 传统养殖模式效率低下、资源消耗高、标准化程度不足等问题日益凸显。在此背景下, 借助人工智能技术推动产业转型升级, 实现精准化管理、智能化决策与可持续发展, 已成为全球家禽产业的重要发展方向^[1]。

动物行为模式分析是识别异常状态的重要依据^[2]。已有研究^[3]表明, 当动物遭遇环境突变或健康异常时, 其行为模式往往会出现显著变化, 及时捕捉这些行为信号不仅是动物福利评价的核心指标, 更是实施环境调控和疾病预警的关键切入点。然而, 家禽养殖具有群体密集化饲养、个体外观同质化、躯体非刚性等典型特征^[4], 导致其行为监测难度远高于大型牲畜。在畜禽生产实践中, 行为异常通常是需要人工干预的重要预警信号^[5], 因此, 如何高效准确地实现家禽行为检测, 成为智能化养殖亟待突破的技术难点。

当前家禽行为检测技术主要包括人工观察法、传感器检测法和图像检测法^{[6][7]}。传统人工观察受限于主观性强、劳动强度大、监测连续性不足等缺陷, 难以满足规模化养殖的实时监测需求; 传感器检测虽能实现个体行为的精准捕捉, 但存在设备能耗高、安装维护复杂以及可能干扰家禽自然行为等问题。相较之下, 图像检测法通过对采集图像的智能处理与算法分析实现行为识别, 具有客观性强、运算效率高、信息处理量大且无损检测的显著优势, 已成为该领域的研究热点。特别是随着深度学习技术在图像检测领域的快速发展, 基于深度神经网络的笼养家禽行为检测方法不断取得技术突破, 为精准化行为分析提供了新的技术路径。

基于上述技术发展趋势, 本文结合深度学习图像检测技术, 提出一种新型家禽行为图像检测方法。该研究不仅有助于推动家禽养殖向自动化、信息化方向发展, 更能通过智能化行为监测提升健康养殖水平, 对保障家禽健康、优化养殖环境以及维护管理人员职业健康均具有重要的现实意义。

作者简介: 马旭(2003—), 男, 本科, 研究方向: 计算机科学与技术;

简蕊(2004—), 女, 本科, 研究方向: 人工智能;

杨露露(2003—), 女, 本科, 研究方向: 农业人工智能。

通讯作者: 李广博(1997—), 男, 讲师, 博士, 研究方向: 智能信号感知; 人工智能; 牲畜个体、行为识别与跟踪; 农业信息化等。

2. 人工智能概述及应用现状

人工智能 (AI) 作为计算机科学的重要分支, 旨在模拟、延伸人类智能。自 1956 年概念确立以来, 历经发展, 已成为驱动各领域变革的核心力量, 广泛渗透于社会生产生活。

其核心技术包括机器学习、深度学习、自然语言处理、计算机视觉和强化学习。机器学习通过数据分析构建模型; 深度学习借助神经网络处理复杂数据; 自然语言处理实现人机语言交互; 计算机视觉赋予机器“看”的能力; 强化学习通过奖惩机制优化决策。

近年来, 人工智能发展迅猛, 大模型技术成为关键驱动力。我国已有 433 款大模型备案上线, 在金融、政务、医疗等垂直行业深度应用, 推动各行业数字化转型。如制造业用其预测需求降本, 农业借其指导种植增产。

在应用层面, 人工智能已融入生活与生产。消费领域有语音助手、智能家居; 交通出行方面自动驾驶取得阶段性进展; 医疗健康领域辅助诊断与药物研发; 电商娱乐平台的推荐系统提升用户体验; 工业生产则实现智能制造升级。

3. 家禽疾病预警系统研究与设计

3.1 家禽疾病预警系统功能研究

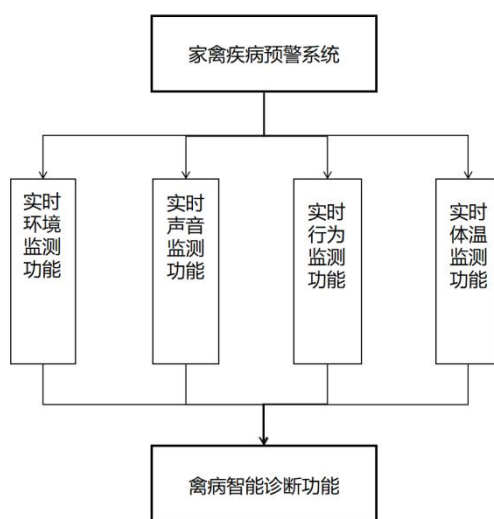


图 3-1 家禽疾病预警系统图

(一) 实时环境监测功能

是人工智能应用于家禽养殖过程中极为重要的部分, 智能化实时监控养殖环境, 确保家禽生活在一个适宜的环境。智能环境监控是利用传感技术对禽舍环境指标信息自动采集, 并利用无线网络传输技术对各路指标信息进行传输, 上传至服务器监控终端, 信息处理系统对信息数据进行储存和智能化分析处理, 实现电脑端远程监控和异常报警^[8]。Web 服务器还可负责响应和管理远程移动终端的访问, 可以实现智能手机用户的访问和监控。智能环境监控技术主要监控舍内温度、空气中氨气、粉尘、二氧化碳浓度、甲醛等环境指标。目前, 该项技术在集约化、规模化的养殖公司中广泛应用, 全天候实时监控养殖环境, 并通过环控设备合理地调控环境。但用于检测的某些参数的传感器如氨气、粉尘等传感器性能不稳定, 检测结果还不够准确, 有待进一步研究和优化。

(二) 实时声音监测功能

家禽是一个聚集的大群体, 本能性地发出各种各样的声音, 大多情况下这些声音都是正常的, 但在个体发病, 特别是家禽感染了呼吸系统疾病时, 会表现出咳嗽、打喷嚏、喘鸣、呼吸啰音等异常声音。实时声音监测功能是利用语音识别技术, 从繁杂的声音中监听和智能化辨别出异常声音, 并可予以定位和自动报警^[9]。

(三) 实时行为监测功能

家禽日常行为包括饮食、产蛋、性、啄异以及各种活动、姿势表现等, 以高清摄像头实时采集家禽行为信息, 通过行为信息提取到骨架结构, 进而提取特征, 通过无线网络把这些信息上传到服务器监控终端。利用图像识别技术, 智能化辨别家禽行为是否正常, 若识别为异常, 即可定位与自动报警处置。

(四) 实时体温监测功能

体温是家禽健康的重要体征指标之一, 个体体温升高预示着发病, 危害严重的禽流感、新城疫等多种传染病都会表现体温升高。体温检测技术是利用红外热成像技术, 利用光学成像物镜接受被测家禽的红外辐射并将能量分布反映到红外探测器的光敏元件上, 从而生成红外热像图, 再通过图像处理技术实现非接触精准测温。将这些数据上传到服务器监控终端, 服务器建立对鸡只正常体温和异常体判定标准的专家支持系统, 然后对大量的鸡只红外热成像图进行分析, 提出检测模型并进行验证、修正再验证, 直至对异常体温达到 90% 以上的识别率, 及时发现疑似病禽和死禽。

(五) 禽病智能诊断功能

禽病的诊断和治疗一直是国内养殖者非常重视的一环，因而禽病智能诊断系统开发得较早，系统较为成熟。本系统植入了禽病诊断专业知识数据库和专家经验数据库，根据实时监控产生的各种数据，如：红外热像图，行为信息，异常声音等，系统进行分值计算、自动处理，从而智能化地诊断疾病，并给出治疗建议。该系统方便用户进行自助诊断和在线查询^[10]，在生产实际中应用较多，特别是养殖专业户利用率较高，在疫情紧急的情况下通过简便的选项操作，初步诊断疾病，及时采取治疗措施。但系统的准确性随着禽病的复杂化还有待提高。

3.2 家禽疾病预警系统设计

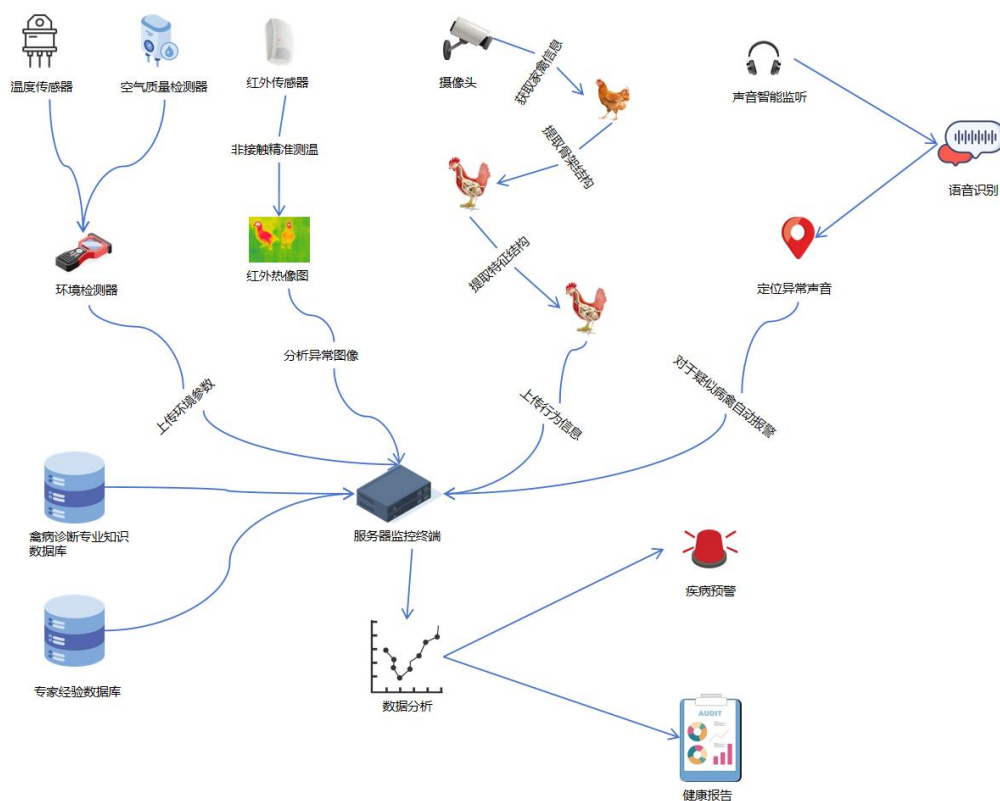


图 3-2 系统设计图

家禽疾病预警系统以实现家禽健康智能监测与疾病精准预警为目标，构建“多源感知-智能分析-决策应用”一体化架构。在感知层，利用温度传感器、空气质量检测器，经环境检测器整合上传；借助摄像头提取家禽行为特征、红外传感器生成热像图分析体表温度，结合声音智能监听设备采集音频并语音识别，多维度获取家禽信息。这些数据传输至服务器监控终端，与禽病诊断专业知识数据库、专家经验数据库关联。服务器通过机器学习与深度学习算法，一方面挖掘环境参数与家禽健康的关联规律，另一方面构建家禽正常行为和生理特征基线，识别异常模式。当监测到环境或家禽异常时，系统触发疾病预警，同时深度分析历史与实时数据，生成健康报告，为养殖人员调整通风、饲料等策略，以及疾病诊疗提供依据，形成从数据采集到健康管理的闭环，助力家禽养殖向精细化、智慧化转型，有效降低疾病损失，提升养殖效益。

4. 展望

当前的家禽疾病预警系统主要依赖环境参数、图像和声音等数据，未来将进一步纳入更多维度的信息。例如，引入可穿戴设备技术，为家禽配备轻便的生物传感器，实时监测其心率、血压、血氧饱和度等生理指标，获取更精准的个体健康数据。同时，利用微生物检测技术，对养殖环境中的微生物菌群进行实时监测与分析，了解细菌、病毒等病原体的动态变化，为疾病预警提供更全面的依据。

随着数据来源的日益丰富，多模态数据融合算法将成为关键。未来将深入研究更先进的融合技术，如基于深度学习的多模态特征融合算法，能够更高效地整合不同类型的数据，挖掘数据间的潜在关联，提升对家禽疾病早期症状的捕捉能力。通过对环境数据、生理指标和行为特征的深度融合分析，实现对家禽健康状况的精准刻画和疾病的早期预警，降低误报和漏报率。

未来的家禽疾病预警系统将不再是一个独立的模块，而是与饲料供应系统、通风温控系统、粪便处理系统等养殖设施深度集成，形成一体化的智能养殖管理平台。系统可以根据疾病预警结果，自动调整养殖环境参数和养

殖操作。例如，当检测到家禽有呼吸道疾病风险时，自动优化通风系统，增加空气流通量，同时调整饲料配方，增强家禽免疫力，实现养殖过程的智能化、自动化管理。

参考文献：

- [1] 孙加成.人工智能在家禽产业中的创新应用与发展趋势
- [2] 基于深度学习的蛋鸡行为检测方法研究与系统开发
- [3] 齐琳,包军,李剑虹.动物行为学研究在动物福利养殖中的应用[J].中国动物检疫,2009,26(9):68-69.
- [4] DAWKINS M S , CAIN R , ROBERTS J . Optical flow, flock behaviour and chicken welfare[J]. Animal Behaviour, 2012, 84(1).
- [5] CANGAR Ö, LEROY T, GUARINO M. Automatic real-time monitoring of locomotion and posture behaviour of pregnant cows prior to calving using online image analysis[J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2008, 64(1): 53-60.
- [6] 沈明霞,刘龙申,闫丽. 畜禽养殖个体信息监测技术研究进展[J]. 农业机械学报, 2014, 45(10).
- [7] 闫丽,邵庆,席桂清. 家畜行为智能监测系统的研究进展 [J]. 家畜生态学报,2014,35(12):6-10.
- [8] 连京华,孙凯,李惠敏. 运用信息化提升家禽生产的现代化管理水平 [J] . 中国家禽, 2014, 36 (7) : 60-61.
- [9] 连京华,祝伟,孙凯,殷若新,李惠敏.人工智能技术在家禽生产中的应用
- [10] 赵秀美,章明,周生,等. 家禽疾病远程诊断平台的构建 [J] . 中国家禽, 2017, 39 (24) : 53-55.

Research and Design of an Artificial Intelligence-Based Early Warning System for Poultry Diseases

Ma Xu¹, Jian Rui¹ Yang Lulu¹ Li Guangbo^{1, 2*}

¹ Huaibei Institute of Technology, Huaibei 235000, Huaibei, China

² Anhui Agricultural University, Hefei 230036, Anhui, China

Abstract: With the growth of the global population and the intensification of resource and environmental constraints, the poultry industry is facing pressure to transform its traditional production models, and artificial intelligence technology provides an important path for achieving precise management and intelligent decision-making. This paper focuses on an artificial intelligence-based early warning system for poultry diseases. By analyzing the bottlenecks of traditional breeding models and the limitations of existing detection technologies, it proposes a solution integrating deep learning and other technologies. The system design revolves around multi-dimensional monitoring functions, including real-time environmental monitoring (indicators such as temperature and ammonia gas), real-time sound monitoring (identifying abnormal sounds like coughing), real-time behavior monitoring (analyzing behaviors such as eating and activity based on image recognition), real-time body temperature monitoring (using infrared thermal imaging technology), and intelligent diagnosis of poultry diseases (realizing automatic analysis and suggestions in combination with a professional database). The system architecture adopts a "multi-source perception - intelligent analysis - decision application" model, which collects data through sensors, cameras and other devices, and realizes abnormal early warning and closed-loop management after processing by deep learning algorithms. Studies have shown that this system can effectively improve the real-time performance and accuracy of poultry health monitoring, reduce disease losses, and promote the transformation of breeding towards refinement and intelligence. In the future, it can further integrate data from wearable devices and microbial detection technologies, optimize multi-modal data fusion algorithms, and deeply integrate with breeding facilities to build an integrated intelligent management platform. The research and design in this paper provide practical references for the application of artificial intelligence in the agricultural field and are of great significance for ensuring the sustainable development of the poultry industry.

Keywords: Poultry health care; artificial intelligence; disease early warning