

物联网技术在畜牧业的应用进展

马国际¹,王新慧¹,蒋子韬²,胡张涛²,沈新元¹,雷艳¹,胡建宏^{2,*}

(1. 陕西省现代农业科学研究所, 陕西 西安 710000; 2. 西北农林科技大学)

摘要:物联网技术结合畜牧业是现代规模化养殖场的未来发展趋势。通过对物联网技术应用可以降低饲养成本,提高经济效益,改善养殖环境,提高生产效率,降低淘汰率,提高成活率,奠定产业基础,引领全产业链发展。本文重点围绕家禽、单胃动物、瘤胃动物的饲养管理出发,分析了物联网技术在畜禽养殖领域中的各种应用,通过自动化的监测从而实现养殖场带来增收并且提供更健康、更营养的产品,以及在物联网技术推广过程的现状以及存在的问题并且提出相应的建议。旨在为物联网技术在畜禽行业的发展,达到降本增效和转型升级的目的提供一定的理论基础作为支撑。

关键词:物联网;畜牧养殖;智能控制

[中图分类号] S826.8⁺3 [文献标识码] A [文章编号] 1004-6704(2024)02-0072-04

Review on Application of Internet of Things Technology in Animal Husbandry

MA Guoji¹, WANG Xinhui¹, JIANG Zitao², HU Zhangtao², SHEN Xinyuan¹, LEI Yan¹, HU Jianhong^{2,*}

(1. Shaanxi Academy of Modern Agricultural Sciences, Xian Shaanxi 710000, China; 2. Northwest A&F University)

Abstract: Internet of Things technology combined with animal husbandry is the future development trend of modern large-scale farms. Through the application of IOT technology can reduce feeding costs, improve economic benefits, improve the breeding environment, improve production efficiency, reduce the elimination rate, improve survival rate, lay the foundation of the industry, and lead the development of the whole industry chain. This paper focuses on the poultry, monogastric animals, rumen animals feeding management, analyzes the various applications of Internet of Things technology in the field of livestock and poultry farming, through the automated monitoring and thus realize the farms to bring increased income and provide more healthy, more nutritious products, as well as in the process of Internet of Things technology promotion of the status quo and existing problems and put forward the corresponding recommendations. The aim is to provide a theoretical basis to support the development of IOT technology in the livestock and poultry industry to achieve the purpose of cost reduction, efficiency and transformation and upgrading.

Key words: Internet of Things; animal husbandry; intelligent control

我国是畜牧大国,畜牧业发展在国民经济中具有重要地位。2021年,中央一号文件强调要加快现代养殖体系构建,发展智慧农业,要响应“十四五”号召构建生产高效、资源节约、环境友好、布局合理、产销协调的高质量发展新格局,推动包括生猪产业在内的畜牧业转型升级。在畜牧养殖过程中,物联网技术的发展,为实现畜牧业的信息化、产业化提供了前所未有的机遇。物联网技术的应用能够将各种

设备整合并且共享数据从而帮助养殖场实现养殖过程的智能化管理,提高生产效率、优化资源利用以及增加经济效益。将物联网技术应用于畜牧业,建立智能化养殖场并推广其应用对畜牧业降本增效和转型升级具有重大意义。

畜牧产业的健康发展,需要依赖以信息技术、智能技术为支撑的智慧畜牧提供新的解决方案。换言之,应用物联网、大数据及人工智能等新一代信息技术的智慧畜牧系统是畜牧业的发展趋势。本文主要从单胃动物、反刍动物、家禽动物的饲养管理入手,介绍了物联网技术在当今畜禽行业的应用发展,总结现有的问题,并且提出相关的建议,旨在为物联网技术在畜禽行业的发展,达到降本增效和转型升级的目的提供一定的理论基础作为支撑。

[收稿日期] 2023-11-29

[基金项目] 基于物联网技术的肉牛养殖场智能化应用及示范推广项目

[作者简介] 马国际(1970-),男,陕西淳化人,本科,学士,研究员,主要从事畜牧业技术推广、农业重大项目咨询、规划设计工作。E-mail: 28952725@qq.com

*[通信作者] 胡建宏(1969-),男,陕西白水人,博士,教授,主要从事动物遗传繁育方面的教学与科研工作。E-mail: hjh19732008@126.com

1 物联网技术的发展历程

1.1 物联网技术介绍及优势

物联网技术是互联网技术发展的产物,其在畜牧业中的体现是通过采集层的各类传感器采集温度、湿度、空气质量、安防、视频等数据,并通过传输层将数据传送到服务器后台管理中心,在应用层软件中对数据进行解析、计算从而实现远程设备智能化控制,解决了生产中辅助管理问题,为实现畜禽的精细化饲养、圈舍环境控制、畜禽异常监测等提供技术支撑。

物联网技术不仅能够对牧场内外环境的温度、湿度、光照等因素进行实时监测,为畜禽提供更加人性化和舒适化的生长环境,保持养殖场内环境的舒适度和健康程度;还可以结合传感器和摄像头等设备实时监测畜牧动物的行为,如饮水、进食、活动等,帮助养殖人员及时掌握动物的状态和健康状况,实现的精确管理,包括繁殖管理、饲喂管理和疾病健康管理。同时,物联网技术可以结合智能传感器和数据分析,实现对畜禽的健康状况进行实时监测和预警,及时发现异常情况并进行远程诊疗,有助于预防和控制畜禽疾病的发生,预防疾病传播和其他安全隐患,确保高效健康的养殖计划的顺利进行。

2 物联网技术在畜牧业的智能化应用

2.1 家禽

早在 2017 年,我国禽类养殖中规模化养殖占比就达到 58%,而在规模化养殖中使用物联网技术可以最大化的提高效率以及减小成本。为解决鸡舍内部环境难以调控的问题,杨心茹等设计了一款基于 CC2530 单片机的智能养鸡场控制系统,检测各种气体浓度、温度、湿度、光照等指标,自动调节鸡舍环境。由于禽类养殖周期较短,物联网在禽类养殖中的应用主要体现在禽舍的信息化特别是禽舍环境监控方面,通过对各种环境信息的识别调控,达到更加精细化的管理,降低种鸡的死淘率。郭英军等设计了通过远程监控生成紫外辐射照射配方,有效预防了疾病、提高了蛋品质。同时,使用物联网技术对种蛋孵化,孵化率和健雏率均高于人工模式,达到 90% 以上,且仍有进步空间。李康等设计了一款基于 PLC 和云平台的鹅孵化机,使狮头鹅的孵化率达到 87.84%,高于现有最高记载记录 1.44%。光照时间和光照强度对鸡的蛋品质,产蛋率,饲料消耗,肉品质,免疫力等均有影响,而通过物联网技术调控种鸡在产蛋期的光照时长,能够使之更早达到性成

熟,实现更高的饲养效率。

2.2 单胃动物

物联网技术应用于猪只的饲养管理,可以减少人工成本,满足用户复杂多变的实际需求,降低市场风险,获得稳定收益。在母猪的饲养方面,自动精确供料、健康体检、发情鉴定、免疫接种、产仔转舍等个体精细化管理,提供工作人员工作效率,进而提高母猪的生产性能并减少疾病的发生。隆婷等设计了一款集成了嵌入式实时系统、RS485 总线通信、机电控制、网络数据库云服务等功能的系统实现妊娠母猪的精细化饲喂,下料误差小于 5%。在仔猪的饲养管理方面,可利用 3D 摄像头识别仔猪的尾巴姿势,视觉算法处理数据后对仔猪咬尾行为提供预警。对声音功率谱密度检测分析猪只是否为病态咳嗽,其准确率达到 85%,从而更早控制疾病的扩散。在育肥猪的育肥过程中可以通过红外镜头对猪只体重进行高准度的估计,按照体重分群饲养,提高其生长均匀度。在生猪运输中通过物联网技术将括温度、湿度、有害气体浓度等参数加以检测并控制,可减少运输过程中生猪应激所引起的各种损耗,达到增效降本的目的。在猪舍环境卫生方面,可通过自动清粪控制系统对猪舍内外环境数据采集,做到自动清粪,提高了刮粪效率。王斌等也设计了一款通过对 PLC 控制器猪舍内温湿度、氨气浓度等检测从而实现对猪粪的自动清理,并且成本低、易安装维护。

2.3 反刍动物

在传统的牛业养殖领域,物联网技术最先在奶牛养殖领域得到应用。通过物联网技术对奶牛的个体识别,对奶牛从生长、妊娠、产奶过程全过程都纳入自动化管理,可以从饲养管理、疾病预防、产奶过程、鲜奶运输全流程监控,从源头上增加奶产量,杜绝病牛奶及污染奶的混入,保证鲜奶质量。庄蒲宁利用 LoRa 无线通信技术研发了一款留置式 pH 和温度监测设备,为瘤胃酸中毒的早期发现提供了参考。而在肉牛的养殖中,通过智能化环境监控和精准养殖系统等功能可以预防疾病并提高肉制品的产量和质量。智能化环境监控系统可以实时监测牛舍的环境情况,如 H_2S 、 CO_2 、温度、湿度和光照度等参数,帮助识别潜在风险和疫病传播。而精准养殖系统通过差异化投喂和记录采食行为,可以实现科学饲料配比的状态变化监测,提供精确科学的饲养决策依据从而提高肉牛的成活率和生产效率,同时,通过科学、精准的饲养管理,物联网技术的肉牛饲养系统也能够提高肉牛的平均日增重和瘦肉率,降低脂

肪率,增加肉牛的产肉性能。此外,物联网技术还可以利用采集的肉牛生理信息和环境信息进行疾病预测和预防。例如,通过监测肉牛的体温、心率、呼吸次数、运动步数以及牛舍内的 NH_3 浓度等参数检测肉牛是否有潜在感染风险。为了减少对牛个体识别过程难度大、错误率高的问题,杨梅等基于深度学习

的方法,通 Yolov5 智能算法系统完成牛脸检测,达到在可见牛脸面积 80% 的情况下准确率达到 95% 以上。基于物联网技术的肉牛饲养系统能够在肉牛饲养过程中明显提升饲养效率,增加肉牛的经济效益。

表 1 物联网技术在畜牧业中的应用

物种	技术类型	功能
鹅	基于 PLC 和云平台的鹅孵化机	提高孵蛋成功率
鸡	基于 CC2530 单片机的鸡场控制系统	调节鸡舍环境
猪	远程监控生成紫外辐射照射配方	预防疾病、提高蛋品质
	嵌入式实时系统、RS485 总线通信、机电控制、网络数据库云服务等集成系统	母猪精细化饲喂
	3D 摄像头识别系统	防止仔猪咬尾
	声音功率谱密度检测系统	疾病传播扩散
	红外镜头估测系统	分群精细化饲养
	自动清粪控制系统	自动清理粪便
奶牛	台达 PLC 自动测控系统	自动清理粪便
	全过程自动化管理系统	提高产奶量,保证奶品质质量
肉牛	瘤胃 pH 实时监测系统	瘤胃酸中毒的早期发现
	智能化环境监控系统	识别潜在风险、控制疫病传播
	Yolov5 智能算法系统	高精度牛脸识别

3 物联网技术在畜牧业应用存在的主要问题

目前,我国畜牧业推广缺乏标准化的养殖体系,科技成果转化落后,缺乏创新团队,同时智能化养殖的设备相对落后(生产率水平低、投入高),在物联网技术的应用中也存在着许多不足。在技术成本方面引入物联网技术和智能化设备需要一定的投资和成本,并且缺乏具有自主知识产权的智能化技术装备,对于非大型企业的养殖场来说,成本相对高昂。畜牧业中的动物识别技术还需要攻克许多问题,需要不断进行技术的颠覆和创新。在不同供应商的设备和系统,可能存在兼容性和互操作性的问题,需要技术上的整合和足够的专业人员同时要对数据进行安全保护,防止机密数据泄露。物联网技术的推广需要一定的专业人才技术支持,具有经验和优秀多学科交叉型人才的配套不足,在一定程度上也导致了其推广率和普及率不高。

为解决这些问题,需要进一步研究和发展物联网技术在畜牧业中的应用,提升网络覆盖和稳定性,降低运营成本,通过更深入的数据分析和算法应用,将各个模块和系统进行更好的整合和协同工作,进一步

提升远程设备智能化控制的准确性和效率。加强技术创新,提高畜禽养殖环境控制和智能化装备的研发水平。通过以上优化措施,可以进一步提升基于物联网技术提高养殖场的生产效率、减少成本,提升技术核心能力,实现可持续发展和提高整体水平。

4 物联网技术在畜牧业的应用展望

随着我国国民经济的不断发展,畜牧业的转型升级的趋势不可逆转,这都迫切需要继续深化物联网技术在畜牧业中应用。物联网技术的应用可以帮助养殖场实现养殖过程的智能化管理,提高生产效率、优化资源利用和增加经济效益。以精细化、产业化、规模化发展的主导模式,构建智慧(数字)养殖场,借助物联网技术、AI 识别技术对各种养殖场进场管理、繁殖进程、疾病免疫、日常饲养、日增重、料肉比等过程全程跟踪。通过大数据分析平台提供各类分析报表指导生产、协助管理,精准分析饲养价值,进而对每个体提供精准科学决策依据,在整个养殖过程中,打破传统人工养殖模式,将原本的“眼看手记”改进为信息化实时业务登记和上传,有效解决人为记录错误、档案记录丢失和信息传递等管理问题。虽然,现如今物联网技术的发展仍然许多的问

题需要去解决,但是物联网技术在畜牧业中养殖效益的提高、管理效率和收益回流速度提升,实现畜牧业的高效、持续和健康发展都具有极为重大的意义。

参考文献:

- [1] 刘晶,金红伟,王明磊,等. 智能化管理装备实现多层次、全覆盖信息化管理——农业农村部畜禽养殖机械化典型案例之三[J]. 中国奶牛, 2021(7): 54-56.
- [2] 农业农村部:将推动包括生猪产业在内的畜牧业转型升级[J]. 北方牧业, 2020(20): 17.
- [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.
- [4] 熊本海,杨亮,郑姗姗. 我国畜牧业信息化与智能装备技术应用研究进展[J]. 中国农业信息, 2018,30(1): 17-34.
- [5] 杨飞云,曾雅琼,冯泽猛,等. 畜禽养殖环境调控与智能养殖装备技术研究进展[J]. 中国科学院院刊, 2019,34(2): 163-173.
- [6] 杨心茹,袁定馨,毛景峰,等. 基于单片机的智能养鸡场控制系统设计[J]. 现代信息科技, 2021,5(10): 171-174,179.
- [7] 吴志广,袁正东,李晓华,等. 物联网技术在种鸡生产中的应用[J]. 中国家禽, 2018,40(2): 69-72.
- [8] 郭英军,王莉,尹全昭,等. 基于物联网云平台的养鸡场智能监控系统研究与开发[J]. 智慧农业导刊, 2022,2(16): 19-21.
- [9] 潘泽锴,陈锦雄. 基于物联网技术的智能孵化系统研究与实现[J]. 实验室研究与探索, 2022,41(5): 141-146.
- [10] 李康,丁为民,郭彬彬,等. 基于 PLC 和云平台的鹅孵化机监控系统设计与试验[J]. 华南农业大学学报, 2022,43(1): 110-119.
- [11] Lewis P D, Danisman R, Gous R M. Gous, Photoperiods for broiler breeder females during the laying period[J]. Poultry Science, 2010,89(1): 108-114.
- [12] 泮进明,王小双,蒋劲松,等. 家禽规模养殖 LED 光环境调控技术进展与趋势分析[J]. 农业机械学报, 2013,44(9): 225-235.
- [13] 贾良梁,何闪,Das, H,等. 不同光照周期和饲养密度对肉鸡肥育能力、屠宰性状和部分应激指标的影响[J]. 国外畜牧学(猪与禽), 2015,35(2): 42-47.
- [14] 朱军,麻硕士,毕玉革,等. 种猪数字化养殖平台的构建[J]. 农业工程学报, 2010,26(4): 215-219.
- [15] 赵金波,高圣玥,宋岩,等. 种公猪精准饲养模式的构建与应用研究[J]. 现代畜牧科技, 2021(2): 31-32.
- [16] 陈涛,曾勇庆,陈伟. 智能化设备在规模化猪场中的应用[J]. 中国猪业, 2020,15(2): 89-92.
- [17] 杨亮,熊本海,曹沛,等. 妊娠母猪自动饲喂机电控制系统设计与试验[J]. 农业工程学报, 2013,29(21): 66-71.
- [18] 梁龙华,柏秀芳,覃小荣,等. Gestal 智能化母猪管理系统在规模化猪场产房中应用的关键技术点[J]. 猪业科学, 2015,32(11): 92-94.
- [19] 穆秀梅,段栋梁,淡江华,等. 改变传统养殖模式 实现母猪智能化管理[J]. 中国畜禽种业, 2015,11(8): 94-95.
- [20] 赵培杰,林都,鲜浩,等. 智能化母猪养殖管理系统设计[J]. 家畜生态学报, 2017,38(11): 76-79.
- [21] 隆婷,李云伍,赵颖,等. 基于云平台的母猪精细饲喂器控制系统研究[J]. 黑龙江畜牧兽医(上半月), 2022(1): 53-60.
- [22] D Eath R B, Jack M, Futro A, et al. Automatic early warning of tail biting in pigs: 3D cameras can detect lowered tail posture before an outbreak [J]. PLOS ONE, 2018. 13(4): e0194524.
- [23] Exadaktylos V, Silva M, Aerts J M, et al. Real-time recognition of sick pig cough sounds[J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2008, 63 (2): 207-214.
- [24] Kongsro, J. Estimation of pig weight using a Microsoft Kinect prototype imaging system[J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2014. 109: 32-35.
- [25] 范毓升,杨正乘,施沁希. 基于物联网技术的生猪运输环境控制系统设计[J]. 无线互联科技, 2022,19(21): 86-88.
- [26] 胡振楠,孙红敏,李晓明,等. 猪舍自动清粪控制系统设计与实现[J]. 南方农机, 2021,52(1): 8-11.
- [27] 王斌,刘雪梅,张国强,等. 猪舍生态环境监测和清洁控制系统的设计[J]. 农业工程学报, 2020,36(3): 55-62.
- [28] 汪晔. 浅析物联网在乳制品冷链物流中的应用[J]. 淮海工学院学报(人文社会科学版), 2012,10(16): 41-43.
- [29] 吕伟国. 基于 EPC 物联网和 RFID 的奶牛精细养殖信息管理系统[D]. 长春: 吉林大学, 2013.
- [30] Pettitt, R G Traceability in the food animal industry and supermarket chains[J]. Rev Sci Tech, 2001,20(2): 584-597.
- [31] 尹令,刘财兴,洪添胜,等. 基于无线传感器网络的奶牛行为特征监测系统设计[J]. 农业工程学报, 2010, 26(3): 203-208.
- [32] 庄蒲宁. 基于物联网技术的奶牛瘤胃 pH 实时监测设备研发[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2022.
- [33] 李健,徐帆,谢易宸,等. 基于物联网的肉牛智能养殖系统设计与研究[J]. 长春:吉林农业大学学报, 2023: 1-11.
- [34] 李舸. 基于物联网技术的肉牛饲养系统设计与应用研究[J]. 饲料研究, 2023,46(4): 131-134.
- [35] 杨梅,赵建敏. 基于三元损失的保险业务牛脸识别系统的设计[J]. 光电子. 激光, 2022 ,33(8): 831-839.