

doi:10.6041/j.issn.1000-1298.2017.10.037

基于分布式对象的蛋鸡舍设施养殖数字化智能监测系统

孟超英¹ 王佳¹ 陈红茜^{2,3} 李辉¹ 张雪彬¹

(1. 中国农业大学信息与电气工程学院, 北京 100083; 2. 中国农业大学网络中心, 北京 100083;

3. 中国农业大学水利与土木工程学院, 北京 100083)

摘要: 为了在非人为干扰条件下,可实时监测预警蛋鸡生产环境和生产过程,保障动物福利,本文基于可被远程调用的分布式对象的3Tiers物联网软件体系结构,将传感器技术和云技术结合在一起,设计了蛋鸡舍设施养殖数字化智能监测系统。3Tiers物联网软件架构考虑了大量的异构数据集成和对传感器设备的监测、远程交互性能的需求,满足了本研究中对规模化蛋鸡生产过程的研究要求。系统实现了规模化蛋鸡舍的实时生产环境参数采集和视频监控、生产资料管理、生产过程管理、基础信息管理、统计管理、预警设置管理、系统管理和推送管理功能。考虑到温热环境对蛋鸡健康福利和生产性能有着重要的影响,利用系统中的大量环境数据,对中国农业大学上庄实验站大鸡舍内的小气候环境舒适度进行评价,并结合产蛋率、死淘率和耗料,在黄山养殖场对环境舒适度评价进行了验证。通过对上庄鸡舍24 h周期内和2016年11月—2017年4月的环境情况进行分析,结果表明实验蛋鸡舍内的小气候环境温湿指数始终小于70,蛋鸡群始终处于舒适区;而通过对养殖场鸡舍2016年7—10月份的环境数据和生产数据进行分析,验证了当蛋鸡处于舒适区时,产蛋率提升,死淘率下降,耗料更接近标准。

关键词: 蛋鸡; 分布式对象; 物联网; 环境舒适度; 实时监测

中图分类号: S815; TP391 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2017)10-0292-08

Intelligent Monitoring System Based on Distributed Object for Layer House

MENG Chaoying¹ WANG Jia¹ CHEN Hongqian^{2,3} LI Hui¹ ZHANG Xuebin¹

(1. College of Information and Electrical Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China

2. Network Center, China Agricultural University, Beijing 100083, China

3. College of Water Resources and Civil Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract: In view of the present situation that the development of the layer breeding industry from scattered to intensive and large-scale, the traditional breeding methods cannot meet the requirements of the development. In order to real-time monitor and early warn the egg production environment and the production process of laying hens under the conditions of non-human interference, as well as the protection of animal welfare, 3Tiers, the networking software architecture based on distributed objects that can be called remotely, combining the sensor technology and cloud technology, was used to develop layer house real-time monitoring system. 3Tiers networking software architecture took integration of large amounts of heterogeneous data, the demand of monitoring sensors and remote interactive performance with sensors into consideration, which totally met the requirements of scaling farming. The system realized scaling layer house real-time production environment parameters acquisition and real-time video monitoring, production management, production process management, basic information management, statistical management, early warning management, system management and push management functions. Considering the thermal environment had an important impact on the health and welfare of laying hens and production performance. A large number of environmental data in the system was used to evaluate the microclimate environmental comfort in China Agricultural University Shangzhuang Station. Then egg production rate, death rate and feed consumption of a henhouse in Huangshan were used to verify the evaluation of the environmental comfort. The results showed that during the 24 h cycle and the whole period from November 2016 to April 2017, the value of the microclimate environment in the layer house

收稿日期: 2017-01-25 修回日期: 2017-02-14

基金项目: 国家重点研发计划项目(2016YFD0700204)

作者简介: 孟超英(1958—),女,教授,主要从事计算机科学与技术研究,E-mail: mey@cau.edu.cn

of Shangzhuang Station was less than 70, which meant that the group of laying hens was always in the comfort zone. With the environmental data and production data analysis of a henhouse from July to October of 2016, it verified that when laying hens were in comfort zone, laying rate was increased, the death rate was decreased, and the feed consumption was more close to the standard.

Key words: laying hens; distributed objects; Internet of things; environmental comfort; real-time monitoring

引言

随着人们对禽蛋产品需求的增长和科学技术的发展,养殖产业规模不断扩大,我国禽蛋产量在近 30 年以来一直占据世界首位,是世界禽蛋总量的 40% 左右。而我国的禽蛋生产结构也在不断优化变革,蛋鸡养殖产业正在逐渐由散养小规模向集约化、工厂化发展,如何在没有人为干扰的情况下实时获取蛋鸡的生产过程信息和养殖环境数据,并且对这些数据信息进行整合分析以便进行科学管理都是亟需解决的关键技术问题^[1-2]。目前许多物联网系统大多停留在使用传感器采集数据并初步展示的阶段,或是小规模示范应用,采集到的数据没有经过处理分析和决策预警。

本文旨在使用物联网技术对规模化蛋鸡养殖现场环境和生产过程的数据进行获取和计算分析反馈,采用物联网软件体系结构将传感器设备与互联网连接,实现智能化识别和监测管理蛋鸡养殖生产过程^[3-4],并根据温度、相对湿度、二氧化碳浓度、氨气浓度和温湿指数(Temperature-humidity index, THI)来对中国农业大学上庄实验站大鸡舍(以下简称上庄鸡舍)内的冬季小气候环境进行舒适度评价,并结合产蛋率、死淘率和耗料,在位于黄山的大型规模化养殖场父母代场一区(以下简称黄山鸡舍)对环境舒适度评价进行验证。

1 基于分布式对象的物联网软件体系结构

物联网被广泛地应用于农业领域的各个方面,并对农业信息化和精细化管理等方面起到重要的推动作用^[5-7]。针对复杂多变的应用范围和实际情况,物联网软件体系结构可以用来定义应用系统的构建模型和交互拓扑,从而可以解决物联网构建过程中面临的不同应用系统互联互通、信息资源共享、异构数据集成、动态维护系统等问题^[8]。

常用的基于可被远程调用的分布式对象的物联网软件体系结构有 Physicalnet、3CoFramework、3Tiers。

Physicalnet^[9]架构是基于轻量级分布式对象,在物端的构件为感知服务和网关服务,在云端负责服务仓库连接物端的构件,以及相对应的服务解析,最

上层的构建是编程抽象模型管理,可以方便物联网软件系统的开发。针对应用需求使用编程抽象的描述方式,它所对应的物理实体的服务特性是异构性和资源受限性。

3CoFramework^[10]是一种基于分层 Component (组件)的软件体系结构,将物联网软件部分分为位于物端的数据层组件、位于云端的信息层组件、知识层组件和表达层组件 4 层。4 层组件由被协调器(Coordinator)管理的连接件(Connector)连接构成一个完整的物联网系统。针对应用需求使用业务流抽象的描述方式,它所对应的物理实体的服务特性是异构性、大规模性和不完整性。

3Tiers^[11]架构中的 Tiers 就是层的概念,一个 Tier 不是一个单一的前端或后端,而是一个具有特定功能的计算机软件和硬件的组合。3Tiers 是一个将云端和物端,也就是云服务和物理实体服务结构结合在一起的一个物联网软件体系结构,具体的分层如图 1 所示。物端环境层的物理组件提供了感知和执行物理实体世界的服务,可以采集物理设备数据并与之交互;云端服务层是提供数据的存储运算分析等功能;云端控制层组件则包括物理组件监测、服务注册查找与动态组合、接口适配以及服务失效管理。

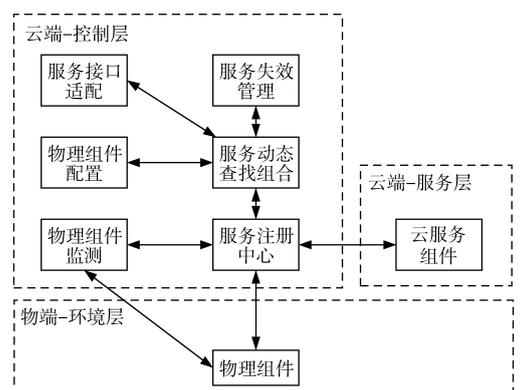


图 1 基于分布式对象的 3Tiers 软件体系结构

Fig.1 3Tiers software architecture based on distributed objects

在 Physicalnet、3CoFramework 和 3Tiers 这些物联网应用系统软件结构中,3Tiers 架构采用基于云端和物端之间的协同工作模式,采用分布式服务发现方式和动态的服务组合方式,它所考虑的物理实体的服务特性是异构性、与物理世界的交互性、动态

性和不完整性,比其他两种参考模型多考虑了软件与物理世界的交互性和动态性,并且在控制层的设计中对应设计考虑了物理组件的监测、配置等来实现物理实体的服务特性。3Tiers 相比较其他的基于分布式对象的软件体系结构更加适用于构建开发系统复杂且规模较大、可用于远程调用物理实体和互动的物联网应用系统。因此,本研究中针对规模化蛋鸡养殖中大量异构数据集成和对传感器设备的监测、交互性能的需求,采用 3Tiers 基于分布式对象的物联网软件体系结构,开发蛋鸡舍设施养殖数字化智能监测系统。

2 硬件设计

蛋鸡设施养殖数字化智能监测系统在硬件设计上采取分散监控采集、集中操作的方法。在不同的鸡舍内根据实际养殖现场情况和需求,会对其进行有针对性的传感器部署,包括环境传感器、摄像头、拾音器和 RFID 采集设备。本系统适用于规模化养鸡场,具体的物联网监测系统硬件架构如图 2 所示。所有的物理组件(相关的环境参数传感器、摄像头和拾音器、RFID 标签和阅读器)采集到的数据先存储在现场服务器上。其次,现场数据经由 Kafka 集群同步到远程服务器上,终端的用户可以使用计算机和智能手机来访问服务器上的数据。

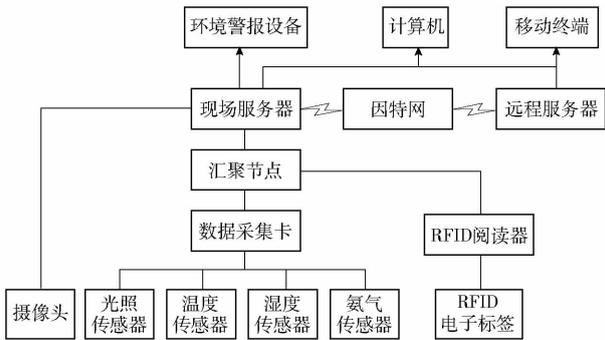


图 2 蛋鸡舍物联网监测系统硬件架构图

Fig. 2 Hardware architecture diagram of real-time monitoring system for layer house

本系统所涵盖的环境参数传感器主要有光照传感器、温湿度传感器和氨气传感器。考虑到鸡舍的环境布局和对环境参数数据的准确性要求,在大规模的栖架式养殖模式下的鸡舍内会设置多个环境参数采集点。环境参数传感器采集到的数据通过采集卡经由汇聚节点处传输到现场服务器上,然后由 LabVIEW 编写的环境采集程序在现场服务器上实现数据采集并存储到数据库中。

摄像头选择 130 万像素 2.5 寸红外网络云台的海康半球摄像机,带有拾音器,可以采集声音信息,并且使用云台来调整镜头,可以达到 350°水平旋

转。RFID 标签和阅读器主要是应用于平养养殖模式下的蛋鸡舍内,在试验区域内的所有蛋鸡腿上捆绑有 RFID 标签,在特定的试验区域底部放置 RFID 阅读器以读取目标蛋鸡的相关信息。所有的 RFID 数据信息均可通过串口通信在现场服务器上获取并汇总显示。

3 软件设计

3.1 系统软件总体架构

基于 3Tiers 物联网软件体系结构,利用物联网技术和云计算技术,实现对规模化蛋鸡养殖场的环境参数和生产过程等的实时监测和异地多鸡舍异构数据源的集成化管理。针对异地多鸡舍的蛋鸡舍物联网监测系统的数据采集和处理,系统采取分散监控、集中操作的管理方法。详细的软件总体架构如图 3 所示。异构数据源包括图片、音频、日常报表、视频、环境参数、RFID 数据、设备状态、生产资料和生产数据等,采用基于 json 中间件的数据集成方法,可以屏蔽数据源的异构性,使得所有数据可以在现场服务器上的数据中心进行统一管理和分析,也方便平台对外提供统一透明的数据访问接口。

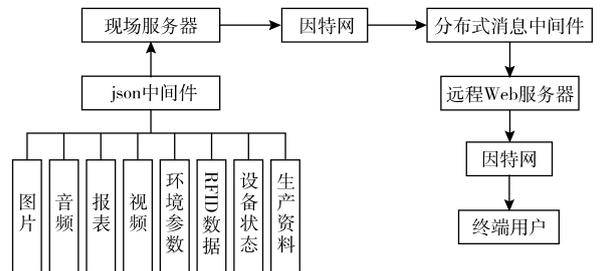


图 3 蛋鸡设施养殖数字化智能监测系统软件总体架构图

Fig. 3 Software architecture diagram of real-time monitoring system for layer house

现场服务器和远程 Web 服务器之间通过分布式消息中间件实现,该中间件以现场数据库为主,远程数据库为备份的异构性数据实现实时备份和发布,适用于需要容错较高的不稳定网络环境鸡舍现场,并且还适用于异地多鸡舍的异构数据源情况。终端用户可以使用计算机和智能手机等不同工具,通过浏览器和专用的蛋鸡舍物联网监测系统应用程序,访问部署在远程 Web 服务器上的蛋鸡舍设施养殖数字化智能监测系统。

3.2 系统功能设计

蛋鸡设施养殖数字化智能监测系统的主要功能模块有 7 个,分别是:实时信息模块、生产资料管理模块、生产过程管理模块、基础信息管理模块、统计管理模块、预警设置模块和系统管理模块。详细的系统功能模块如图 4 所示。

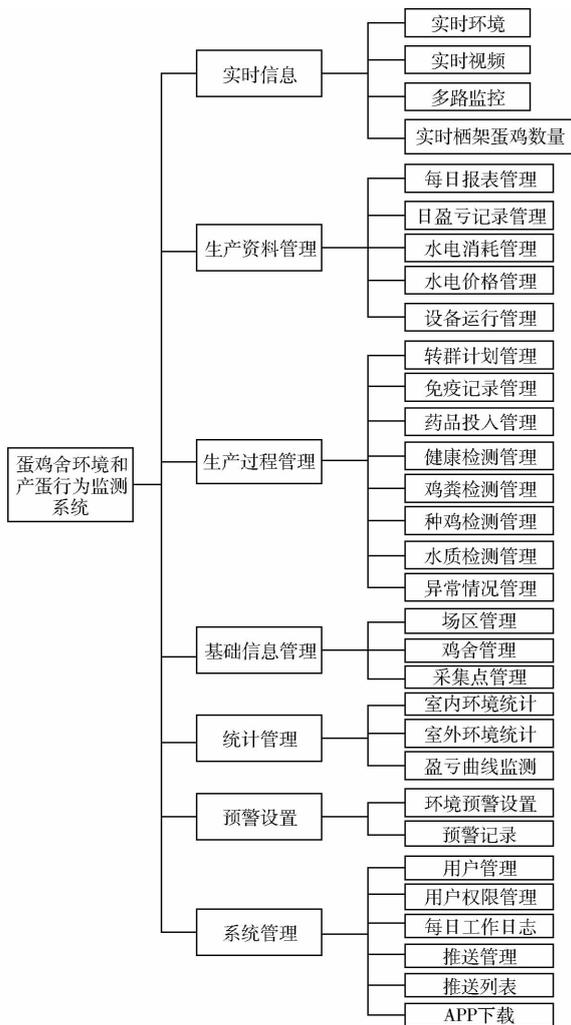


图 4 蛋鸡设施养殖数字化智能监测系统功能模块图

Fig. 4 Function module diagram of real-time monitoring system for layer house

(1)实时信息模块:该模块负责鸡舍现场的环境参数、音视频数据、栖架蛋鸡数量和蛋鸡的体质量等实时数据的采集处理和集中展示,这些数据来自各个鸡舍现场内外的多个采集点,相对应的环境参数传感器采用无线通信方式,经由数据采集卡传输到现场服务器,然后通过编写好的 LabVIEW 程序,将数据传入数据库。而相应的摄像头和拾音器则主要是通过有线通信方式,将音视频数据传入现场服务器上的数据库中。这些实时数据会经过实时的处理和分析后展示给具有权限的用户查看,使用户能够直观地了解蛋鸡养殖现场的实时情况。

(2)生产资料管理模块:该模块负责对生产资料进行管理,包括每日报表、日盈亏记录、水电消耗、水电价格和设备运行情况管理。主要由在鸡舍工作的人员使用计算机或是手机客户端填写鸡舍的每日种蛋数、饲料消耗、饮水消耗、用电消耗、清粪情况、存栏数、死淘率以及相关设备运行状态和故障原因等信息,由管理人员负责审核并管理这些信息。通

过将这些复杂繁琐的事项由原先的纸质化变成现在的信息电子化,不仅方便生产资料的管理,还能够通过将这些信息进行汇总计算分析,最大化地提高管理效率。

(3)生产过程管理模块:该模块主要是针对蛋鸡养殖生产过程中的各项活动和检测指标进行记录汇总,包括转群计划管理、免疫记录管理、药品投入管理、健康检测管理、鸡粪检测管理、种鸡检测管理、水质检测管理和异常情况管理。这些第一手的信息也都是由鸡舍现场工作人员进行人工录入系统,然后管理员对其进行审核和信息共享,本模块可以实现对蛋鸡生产过程的各个活动和检测指标的记录和审核,使得对蛋鸡的管理规模化和规范化。

(4)基础信息管理模块:考虑到本系统会广泛应用于多个规模化示范鸡场养殖基地,因此需要对实验的场区、鸡舍和采集点信息进行管理。本模块则是由管理员进行填写提交,便于对多个鸡舍数据来源信息进行分类管理。

(5)统计管理模块:本模块主要是根据数据库中已经采集获取到的室内和室外环境参数,以及每日报表和相关的消耗信息进行环境参数和盈亏曲线的统计分析监测。环境参数的统计查询主要是根据年月日来进行统计,并将数据以曲线方式展示,方便用户更直观地了解不同鸡舍室内外的不同环境参数的变化趋势。盈亏曲线监测功能通过绘制鸡舍每日盈亏曲线,为管理人员提供直观的鸡舍日盈亏情况,方便相关人员进行查看和调整生产。

(6)预警设置模块:本模块主要是对环境参数预警值进行设置,并管理鸡舍的环境参数预警记录。通过在系统预定的时间点将环境参数的实时数据与设定的预警阈值进行比较,系统实现自动预警,通过系统推送预警消息,或是给相关责任人发送邮件或短信,以便管理人员和相关责任人员对警报进行处理解决。

(7)系统管理模块:本模块主要是对用户信息、权限信息、每日工作日志、推送管理、推送列表和 APP 下载进行管理。用户和权限管理主要是对使用本系统的不同角色的用户设置不同的权限,并对其用户信息进行管理。每日工作日志则是由现场工作人员和各级管理员每天填写提交自己当天的工作情况。而推送管理和推送列表主要是对实现在系统内对不同的用户进行消息的即时和定时发送。APP 下载则是为所有用户提供手机客户端的扫码下载,使得用户使用系统更加便捷。

4 蛋鸡舍环境舒适度分析验证

环境因素是制约家禽福利和生产性能的重要技

术要素^[12]。蛋鸡是恒温动物,在一定温度、湿度范围内,蛋鸡会自行调整产热和散热来维持体温恒定,身体机能并不会受环境温度所影响,但当环境温度过高时,动物会产生热应激反应,蛋鸡的血流速度下降,呼吸频率上升,产蛋量严重下降;当环境温度过低时,蛋鸡会增大采食量,减少产蛋量来维持体温^[13-15]。温湿指数 THI 通过固化温度和湿度参数的影响权重来表达对家禽体温调节的影响规律,被广泛运用于家禽环境舒适度评价中^[16]。利用系统中的大量环境数据和生产性能数据,选用温湿指数 THI 模型^[17-20]来表达蛋鸡的环境舒适度,对上庄鸡舍内的小气候环境进行评价,并进一步在黄山鸡舍对环境舒适度评价进行验证。

4.1 上庄鸡舍环境舒适度评价

实验环境:上庄鸡舍内设置有 2 列一走道的 2 套蛋鸡笼养设备,笼架为东西走向,其中南侧为半架,北侧为全架,全架的笼体长 1.8 m,宽 3 m,高 3.4 m。其中半架为 4 层全阶梯式饲养方式,全架为 3 层全阶梯式饲养方式,产蛋箱均设置在笼架顶层上方。鸡舍顶部设有 3 个进气口,当舍内监测的二氧化碳浓度超过一定阈值时,使用变频风机进行纵向负压通风,如图 5 所示。舍内大约有 1 800 只从北京华都峪口禽业有限公司引进的蛋鸡,其中半架有约 600 只京白父母代蛋鸡,全架有约 1 200 只京红商品代蛋鸡。



图 5 上庄鸡舍

Fig. 5 Henhouse in Shangzhuang Station

环境数据采集时间为 2016 年 11 月 1 日—2017 年 4 月 11 日。温湿度传感器监测点共计 16 个,其中半架笼架有 8 个,全架笼架有 8 个,每个笼架按照上下层 2 个剖面分别设置 4 个在水平方向上均匀分布的温湿传感器监测点。二氧化碳传感器监测点 2 个,分别在蛋鸡舍内的东侧和西侧,氨气传感器监测点设置在西侧舍内墙上。温湿度、二氧化碳和氨气这些环境参数的采集频率为每分钟一次。

利用 SILANIKOVE^[21]在 2000 年提出的公式来

计算 THI,并且使用最高温度和最低相对湿度来计算最大 THI,最低温度和最高相对湿度来计算最小 THI。

由图 6 可以看出,从 00:00 开始,舍内温度一直较为平稳,在 11:00 左右达到最高值,然后温度开始下降直到 16:20 左右温度开始回升并趋于稳定,平均温度为 18.79℃,最高温度为 21.5℃,最低温度为 17.2℃。

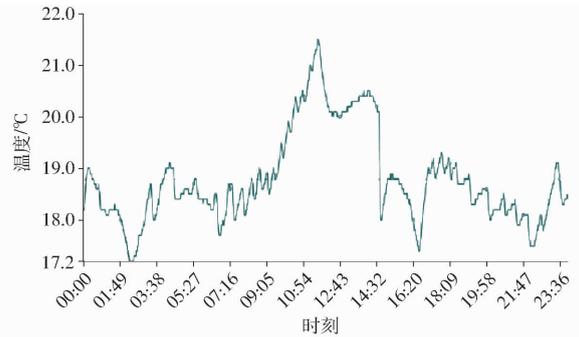


图 6 24 h 内上庄鸡舍内温度变化

Fig. 6 Temperature change in Shangzhuang henhouse in 24 h

由图 7 可以看出,从 00:00 开始舍内相对湿度一直较为平稳,在 11:00 左右开始急速下降,在 15:00 左右有一个波峰,达到最大值 75.5%,后又急速下降,直到 16:30 左右相对湿度开始回升并趋于稳定,平均相对湿度在 59.21%,在 14:00 左右达到最低相对湿度 36.9%。

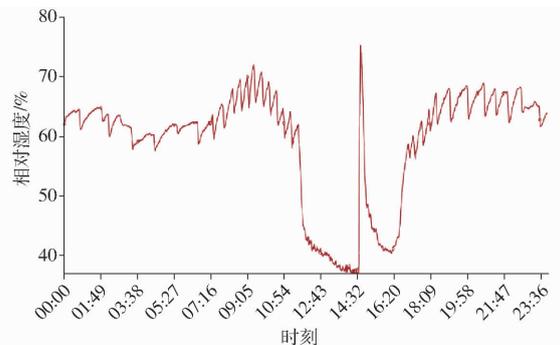


图 7 24 h 内上庄鸡舍内相对湿度变化

Fig. 7 Relative humidity change in Shangzhuang henhouse in 24 h

由图 8 可知,从 00:00 开始,舍内的 CO₂ 浓度较为稳定,从 11:00 开始有一个急速的下降,然后从 16:30 开始 CO₂ 浓度迅速回升并达到稳定值。稳定 CO₂ 浓度为 1 757 mg/L,最低 CO₂ 浓度为 568 mg/L,最高 CO₂ 浓度为 2 415 mg/L。

由图 9 可知,从 00:00 开始,舍内的 NH₃ 浓度逐步稳定升高,从 11:00 开始, NH₃ 浓度开始迅速下降,在 14:32 时达到波峰,然后开始迅速下跌至波谷,在 15:30 左右逐渐上升至稳定值。最高 NH₃ 浓度为 2.6 mg/L,最低 NH₃ 浓度为 0.2 mg/L,平均稳定的 NH₃ 浓度为 1.53 mg/L。

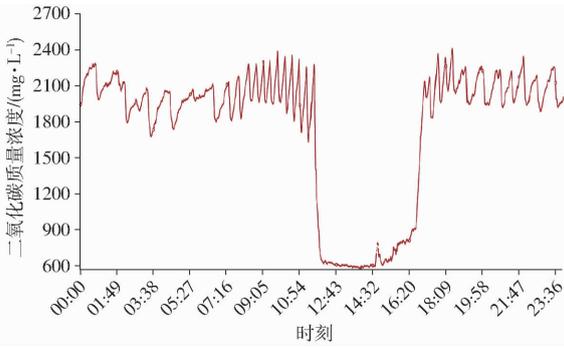


图 8 24 h 内上庄鸡舍内 CO₂ 质量浓度变化

Fig. 8 CO₂ change in Shangzhuang henhouse in 24 h

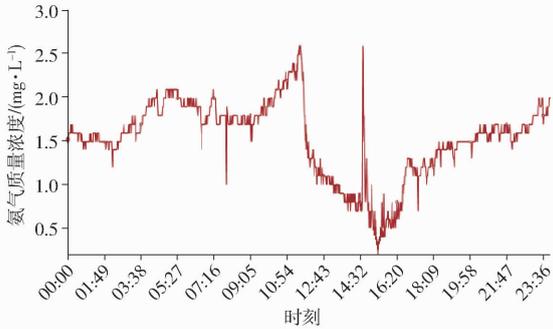


图 9 24 h 内上庄鸡舍内 NH₃ 质量浓度变化

Fig. 9 NH₃ change in Shangzhuang henhouse in 24 h

如图 10 所示,最大的 THI 指数没有达到 67,根据 ST-PIERRE 等^[22]的研究,当 THI 小于等于 70,则可认为蛋鸡在舒适区;当 THI 在 75 ~ 78 之间,则蛋鸡处于压力区;当 THI 大于等于 78 时,蛋鸡的环境舒适度被定义为极度压力区。上庄鸡舍 24 h 内的环境舒适度一直处于舒适区。在 00:00—09:00 之间,THI 指数相对平稳,随后 THI 指数迅速上升在 11:11 左右达到最大值,然后迅速下降,在 16:40 左右跌至最小值,此后回升至平稳值。在 24 h 周期内 THI 的最大值约为 66,最小值约为 59,平稳值约为 62。

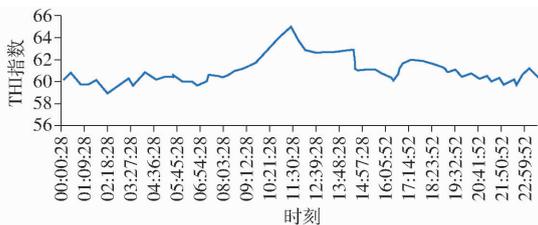


图 10 24 h 内上庄鸡舍内温湿指数变化

Fig. 10 THI change in Shangzhuang henhouse in 24 h

图 11 为 2016 年 11 月—2017 年 4 月上庄鸡舍内温度变化。由图 11 可知,上庄鸡舍内的温度变化较为稳定,基本介于 10℃ 和 25℃ 之间,平均维持在 17.2℃ 左右。

如图 12 所示,上庄鸡舍内的相对湿度处于 17% ~ 93% 之间,平均湿度维持在 58.8% 左右。



图 11 实验期间上庄鸡舍内温度变化

Fig. 11 Temperature change in Shangzhuang henhouse during experiment period



图 12 实验期间上庄鸡舍内相对湿度变化

Fig. 12 Relative humidity change in Shangzhuang henhouse during experiment period

图 13 为上庄鸡舍内温湿指数 THI 的变化情况,THI 基本介于 49.2 和 68 之间,均值为 62。根据环境舒适度的定义,综合判断,本实验区域内的蛋鸡在实验时间范围内一直处于舒适区,充分保障了蛋鸡的采食和产蛋行为等生产活动的正常进行。

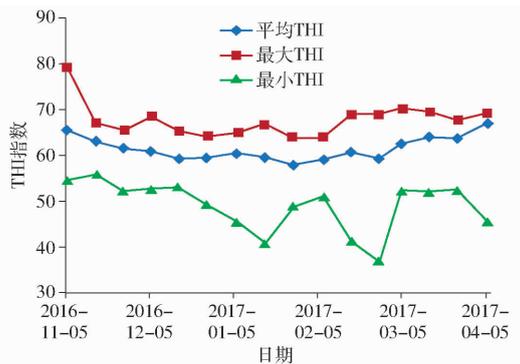


图 13 实验期间上庄鸡舍内温湿指数变化

Fig. 13 THI change of henhouse during experiment period

上述数据以实验鸡舍内测量到的温度、相对湿度、CO₂ 浓度、NH₃ 浓度这些环境参数和计算得到的温湿指数 THI 的值来对蛋鸡舍内的小气候环境舒适度进行评价,通过对 24 h 周期内和 2016 年 11 月 1 日—2017 年 4 月 11 日的环境情况记录分析,舍内的小气候环境一直处于舒适区,为蛋鸡提供了一个良好的生长环境。

4.2 黄山鸡舍环境舒适度评价验证

本研究还在黄山鸡舍研究了 THI 温湿指数与产蛋率、死淘率以及耗料之间的关系,以此来验证 THI 对蛋鸡的环境舒适度描述是否准确。

黄山鸡舍内共有 4 栋本交笼,分为 5 列 4 层,每栋车间共 360 组,每组长 4.8 m,宽 1.2 m,高 0.7 m。配备自动上料系统和传送带式清粪系统,并采用湿帘降温、纵向通风系统。鸡舍共有约 29 457 只海兰褐母代蛋鸡,设有 5 个温湿度采集点。实验数据采集时间为 2016 年 7 月 12 日—2016 年 10 月 31 日,即为蛋鸡 35~51 周龄期间。

图 14~16 是鸡舍产蛋率趋势、死淘率趋势和日耗料趋势图。

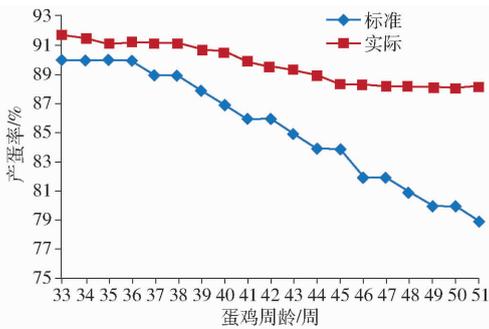


图 14 海兰褐蛋鸡鸡舍产蛋率趋势图

Fig. 14 Egg production rate trend in henhouse

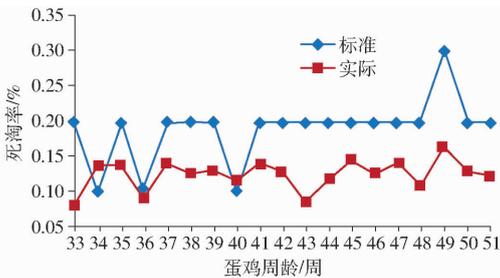


图 15 海兰褐蛋鸡鸡舍死淘率趋势图

Fig. 15 Trend diagram of death rate in henhouse

图 17 是鸡舍内温湿指数 THI 的变化情况,THI 从 35 周龄开始一直处于 80 左右即为压力区,在 41 周龄降至 70 左右即为舒适区。从产蛋率、死淘率和耗料上均可以反映出环境舒适度对于蛋鸡生产的影响,当蛋鸡处于压力区时,实际产蛋率略高于标准产蛋率,实际死淘率和标准死淘率不分上下,互相交叉,实际耗料低于标准耗料,且差距较大;当蛋鸡

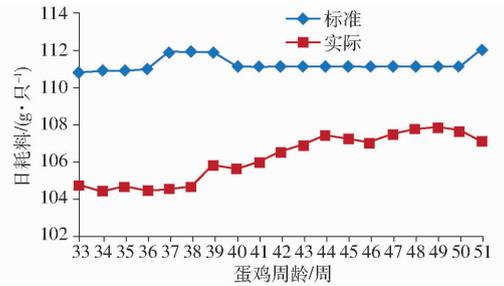


图 16 海兰褐蛋鸡鸡舍日耗料趋势图

Fig. 16 Trend diagram of feed consumption in henhouse

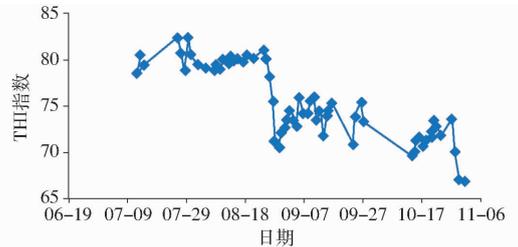


图 17 鸡舍内温湿指数变化

Fig. 17 THI change in henhouse

处于舒适区时,实际产蛋率明显高于标准产蛋率,且差距逐渐加大,实际死淘率一直低于标准死淘率,并且符合标准趋势,实际耗料仍低于标准耗料,但差距逐渐缩小,实际耗料逐渐接近标准。总的来说,当蛋鸡处于舒适区时,产蛋率提升,死淘率下降,耗料接近标准。

5 结束语

基于 3Tiers 物联网软件体系结构,利用物联网技术和云计算技术,搭建并实现了蛋鸡舍设施养殖数字化智能监测系统。系统实现了对规模化蛋鸡养殖场的环境参数和生产过程等的实时监测,以及对异地多鸡舍的异构数据源的集成化管理,利用系统中的大量环境数据和生产数据,实现了对上庄鸡舍内的小气候环境评价,并通过产蛋率、死淘率和耗料,在黄山鸡舍验证了环境舒适度评价。结果表明在整个实验过程中以及 24 h 周期内,上庄鸡舍内环境一直处于舒适区,为蛋鸡提供了良好的生长和生产环境;黄山鸡舍的蛋鸡在处于舒适区时,产蛋率上升,死淘率下降,实际日耗料接近标准日耗料,验证了温热环境对蛋鸡生产活动的影响,符合环境舒适度评价。

参考文献

- 1 成远. 我国蛋鸡产业发展现状、问题及政策建议[J]. 农业技术与装备, 2010(7): 4-7.
 - 2 陈红茜, 滕光辉, 邱小彬, 等. 基于分布式流式计算的蛋鸡养殖实时监测与预警系统[J/OL]. 农业机械学报, 2016, 47(1): 252-259. http://www.j-csam.org/jcsam/ch/reader/view_abstract.aspx?flag=1&file_no=20160134&journal_id=jcsam. DOI:10.6041/j.issn.1000-1298.2016.01.034.
- CHEN Hongqian, TENG Guanghui, QIU Xiaobin, et al. Real-time monitoring and early warning system based on stream computing for laying hens raise[J/OL]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2016, 47(1): 252-259. (in Chinese)

- 3 夏于, 孙忠富, 杜克明, 等. 基于物联网的小麦苗情诊断管理系统设计与实现[J]. 农业工程学报, 2013, 29(5):117-124.
XIA Yu, SUN Zhongfu, DU Keming, et al. Design and realization of IOT-based diagnosis and management system for wheat production[J]. Transactions of the CSAE, 2013, 29(5):117-124. (in Chinese)
- 4 孙其博, 刘杰, 黎彝, 等. 物联网: 概念、架构与关键技术研究综述[J]. 北京邮电大学学报, 2010, 33(3):1-9.
SUN Qibo, LIU Jie, LI Shan, et al. Internet of things: summarize on concepts, architecture and key technology problem[J]. Journal of Beijing University of Posts and Telecommunications, 2010, 33(3):1-9. (in Chinese)
- 5 孙忠富, 杜克明, 尹首一. 物联网发展趋势与农业应用展望[J]. 农业网络信息, 2010(5):5-8.
SUN Zhongfu, DU Keming, YIN Shouyi. Development trend of internet of things and perspective of its application in agriculture [J]. Agriculture Network Information, 2010(5):5-8. (in Chinese)
- 6 JI Y, ZHANG F, DONG J G, et al. Wireless sensor traceability algorithm based on internet of things in the area of agriculture[J]. Sensors & Transducers, 2013, 151(4):101-106.
- 7 赵霞, 吴建强, 杜永林, 等. 物联网在现代农业中的应用研究[J]. 农业网络信息, 2011(6):5-8.
ZHAO Xia, WU Jianqiang, DU Yonglin, et al. Study on applying the Internet of things in the modern agriculture[J]. Agriculture Network Information, 2011(6):5-8. (in Chinese)
- 8 陈海明, 崔莉. 面向服务的物联网软件体系结构设计及模型检测[J]. 计算机学报, 2016, 39(5):853-871.
CHEN Haiming, CUI Li. Design and model checking of service oriented software architecture for Internet of things: a survey[J]. Chinese Journal of Computers, 2016, 39(5):853-871. (in Chinese)
- 9 VICAIRE P A, XIE Z, HOQUE E, et al. Physicalnet: a generic framework for managing and programming across pervasive computing networks[C]//2010 16th IEEE Real-Time and Embedded Technology and Applications Symposium, 2010:269-278.
- 10 ZHANG S, GODDARD S. A software architecture and framework for web-based distributed decision support systems[J]. Decision Support Systems, 2007, 43(4):1133-1150.
- 11 LA H J, KIM S D. A service-based approach to designing cyber physical systems[C]//IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science, 2010:895-900.
- 12 刘凤华. 家畜环境卫生学[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2004:10-11.
- 13 VAN TIENHOVEN A, SCOTT N R, HILLMAN P E. The hypothalamus and thermoregulation: a review[J]. Poultry Science, 1979, 58(6):1633-1639.
- 14 顾宪红, 王新谋. 高温对蛋鸡生产性能和血浆皮质酮、甲状腺素、孕酮水平的影响[J]. 畜牧兽医学报, 1995, 26(2):109-115.
- 15 BROBECK J R. Food intake as a mechanism of temperature regulation[J]. Obesity Research, 1997, 5(6):641-645.
- 16 常玉, 冯京海, 张敏红. 环境温度、湿度等因素对家禽体温调节的影响及评估模型[J]. 动物营养学报, 2015, 27(5):1341-1347.
CHANG Yu, FENG Jinghai, ZHANG Minhong. Effects of ambient temperature, humidity on poultry thermoregulation and the evaluation model[J]. Chinese Journal of Animal Nutrition, 2015, 27(5):1341-1347. (in Chinese)
- 17 ZULOVICH J M, DESHAZER J A. Estimating egg production declines at high environmental temperatures and humidities[C]. ASAE Paper 904021, 1990.
- 18 EGBUNIK G N. The relative importance of dry-and wet-bulb temperatures in the thermorespiratory function in the chicken [J]. Zentralblatt Für Veterinärmedizin Reihe A, 1979, 26(7):573-579.
- 19 陶秀萍. 不同温湿风条件对肉鸡应激敏感生理生化指标影响的研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2003.
- 20 XIN H, DESHAZER J A, BECK M M. Responses of pre-fasted growing turkeys to acute heat exposure[J]. Transactions of the ASAE, 1992, 35(1):315-318.
- 21 SILANIKOVE N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants[J]. Livestock Production Science, 2000, 67(1-2):1-18.
- 22 ST-PIERRE N R, COBANOV B, SCHNITKEY G. Economic losses from heat stress by US livestock industries 1[J]. Journal of Dairy Science, 2003, 86(5):E52-E77.