

物联网技术在我国水产养殖上的应用发展对策

杨宁生¹, 袁永明², 孙英泽¹

(1. 中国水产科学研究院信息技术中心, 北京 100141; 2. 中国水产科学研究院淡水渔业研究中心, 江苏无锡 214082)

摘要: 本文通过对我国水产养殖物联网技术应用现状和存在问题的分析, 提出了发展水产养殖物联网应用的关键技术和政策建议。我国水产养殖物联网技术目前主要应用于养殖水环境监控、养殖区域管理监控、养殖动物生长状况监控以及养殖产品储运、加工环节监控等方面。面临的主要问题有: 水产养殖业相当程度上还处于粗放型的生产阶段, 不能适应现代化水产养殖生产的要求; 物联网设备技术还不太可靠, 行业标准尚不统一; 资金投入大, 成本高等问题。发展水产养殖物联网应解决的关键技术有: 精准养殖环境感知技术, 精准养殖模拟技术, 精准养殖设备智能控制技术, 精准养殖管理技术, 精准养殖规模化生产集成技术等。建议政府有关部门要制定我国水产养殖物联网发展规划, 全面布局; 提升水产养殖信息化水平, 优化水产养殖物联网应用环境; 设立精准水产养殖环境感知技术研发项目; 加强水产养殖物联网示范项目建设; 加大政府推动水产养殖物联网产业化发展的作用。

关键词: 水产养殖; 物联网技术; 发展对策

中图分类号: S969 **文献标识码:** A

Development Strategy for Application of the Internet of Things in China's Aquaculture Industry

Yang Ningsheng¹, Yuan Yongming², Sun Yingze¹

(1. Center of Information Technologies, Chinese Academy of Fishery Sciences, Beijing 100141, China; 2. Freshwater Fisheries, Research Center of Chinese Academy of Fishery Sciences, Wuxi 214082, Jiangsu, China)

Abstract: Based on the analysis of the present situation and problems in application of Internet of Things(IoT) technology in Chinese aquaculture, this paper puts forward some key technical issues and policy suggestions for the development of the IoT. At the moment, IoT technology has been used in the aquaculture industry for water quality monitoring, breeding area monitoring and management, livestock germination monitoring, aquaculture product storage and transport, and supervision of processing procedures. During this early development stage, China is faced with a number of challenges in the application of this technology, including: Backward extensive aquaculture practice and poor infrastructures; lack of advanced equipment and unified standards; and the need of large sum investment and high costs. A number of key technological issues should be solved in order to improve IoT application in this industry, including: precise aquaculture sensor technology for precise breeding simulation technology, precise intelligent control technology for aquaculture equipment, precise aquaculture management technology, and precise integrated production technology for large-scale aquaculture. Finally, this paper makes suggestions to relevant government agencies on the formulation of an comprehensive development plan for China aquaculture IoT technology to enhance industrial informatization and optimize the application facilities for IoT,

收稿日期: 2016-04-27; 修回日期: 2016-05-05

作者简介: 杨宁生, 中国水产科学研究院, 研究员, 研究方向为渔业及海洋信息和经济分析研究; E-mail: nsyang@cafs.ac.cn

基金项目: 中国工程院重点咨询项目“水产养殖业十三五规划战略研究”(2014-XZ-19-3)

本刊网址: www.enginsci.cn

initiate a research and development program for precise aquaculture environmental sensor technology, advance the implementation of aquaculture IoT demonstration projects, and upgrade the government's capacity for promoting the commercialization of aquaculture IoT.

Key words: aquaculture; Internet of Things; development strategy

一、前言

我国是水产养殖大国，水产养殖产量占全世界的三分之二左右。但多年来，我国水产养殖业主要沿用粗放经营的传统方式。随着我国经济发展的转型升级，农业结构调整进入了关键时期，水产养殖业也面临着从传统的粗放式养殖模式逐步向工厂化、集约化、精准化养殖模式转变。如何适应新要求，建设智慧的水产养殖系统，方便、有效、实时地对水产养殖环境和养殖生物生长情况进行监测、控制并以此推动产业升级，已经成为目前我国水产养殖现代化发展的热点。物联网技术正是推动这种产业转型升级的关键技术。

物联网是现代科学技术的重要产物，指的是“物物相连的互联网”。物联网是在现代互联网技术、信息通信技术、传感技术、服务与管理技术上发展起来的，将应用拓展到任何物体与物体之间的信息交换与通信^[1]。目前物联网在交通物流、公共安全、环境保护、医疗保健、家居生活等领域已具有比较成熟的应用。农业上也开始将其应用于大田种植、畜禽养殖、农产品加工等领域，实现农业的自动化生产、智能化管理、电子化交易等。充分利用物联网发展的历史机遇，开展水产物联网关键技术研究与应用示范，保障水产养殖高产、高效、安全、健康，实现对水产养殖生产的转型升级，进而保证水产养殖业的可持续发展具有重要的意义。

二、水产养殖物联网技术应用现状

我国首个物联网水产养殖示范基地于2011年在江苏建成。示范基地采用先进的网络监控设备、传感设备等将物联网和无线通信技术相结合，实现远程增氧、智能投喂、预报预警等自动控制。例如，水产养殖生产者通过手机终端登录水产养殖管理系统，就能随时随地了解养殖塘内的溶氧、水温、水质等指标参数。一旦发现水中溶解氧指标预警，只

需点击“开启增氧机”，就可实现远程操控。生产者也可用手机发送指令到管理系统，远程操控自动投喂机为池塘内的养殖动物投喂饲料^[2]。通过网络视频监控器，生产者还可以实时监测池塘内的各种状况，随时采取相应的应急措施^[3]。

随着现代信息技术的迅速发展，水产养殖物联网系统已经在江苏、上海、天津、北京、山东、浙江、福建、广东等地出现了一些试点和应用^[4]。目前物联网技术在水产养殖业中的应用主要在以下几个方面。

（一）养殖水环境监控

与农业物联网在大棚种植中的应用类似，水产养殖物联网利用传感器来监测池塘水中的水温、溶解氧、pH、氨、氮、亚硝酸盐等多个指标。通过无线传输并转换处理后，把这些数据和信息传递给养殖户。养殖户通过监控显示器、电脑、手机等手段可以随时了解养殖环境状况，不必到现场就能作出判断并及时采取必要的措施^[5]。

（二）养殖区域管理监控

养殖区域管理监控主要包括养殖区内气象环境变化的监控和养殖区内生产安全监控。前者是对气压、气温、干湿度、风力、风向等数据进行长期采集和积累，为各种不同气象条件下的养殖生产方案提供数据支持^[6]。后者是在一些重要的生产管理场所设置摄像头（如养殖池塘、养殖场的出入口处等），实行养殖过程的全程监控，防止偷盗和养殖生物的逃逸，以确保养殖生产安全^[7]。

（三）养殖动物生长状况监控

通过数字化的养殖管理系统，科学地对养殖水质状况、养殖密度、饲料投放量等养殖参数进行分析，并根据分析结果进行分塘、分类、差别化的精准管理。如发现疾病，可以尽快进行诊断并提出治疗方案，或进行网络视频会诊。

(四) 养殖产品储运、加工环节监控

物联网可以对养殖产品的生产、加工、销售等过程进行全程跟踪。只要在产品包装中植入标签代码,就可以通过查询系统,对产品信息进行查询。消费者在购买水产品时,如有疑问,只要用手机扫描标签中的二维码,就可以获取该产品的产地、产品批次号、生产日期、责任主体、联系方式等一系列的信息,以保证消费者追溯产品来源,查找责任主体^[3]。

水产养殖物联网技术是现代渔业发展的方向。它有利于保护养殖生态环境,提高劳动生产效率,从而提高社会效益、经济效益和生态效益。但我国水产养殖中物联网技术应用还没有完全成熟,尚处在初级的摸索和尝试阶段。就目前来看,该技术相对适用于较大型的养殖场及养殖效益较高的水产品,因为它的投入较大,成本较高。

三、发展水产养殖物联网面临的主要问题

(一) 水产养殖产业自身发展问题

现代化水产养殖是物联网技术应用的基础,而我国目前水产养殖业相当程度上还处于粗放型的生产阶段。在广大农村地区,现代化基础设施还比较落后,许多养殖场的设施较为陈旧或者老化严重,加之养殖区多在偏远地区,网络覆盖不足,限制了现代化水产养殖生产规模的发展和物联网的应用。另一方面,养殖企业管理水平和生产人员的素质还比较低,不能适应现代化水产养殖生产的要求。养殖生产“靠天吃饭”的情况普遍存在,生产者主要凭经验管理,缺乏长期科学数据积累和有效的信息获取和处理手段,缺乏标准化、专业化的管理意识和管理体系。因此,要发展水产养殖物联网技术,首先要提升现代化水产养殖水平和劳动者的文化素质。

(二) 物联网设备技术及行业标准问题

目前,水产养殖业物联网技术设备虽然有一些国内企业和科研机构在研发,但大多尚停留在实验室阶段^[8],难以满足实际应用的要求,尤其是传感器技术。作为水产养殖物联网的神经末梢,它是整个水产养殖物联网链条上最基础的环节。由于水产养殖环境较为复杂,因此对传感器的性能要求较高。目前我国农业信息感知装备还主要依赖进口。日本

和欧洲在农用微型传感器技术上拥有较大优势,国内农用传感器及相关芯片、无线传感网络、各类终端等关键技术水平低。另外,现阶段物联网技术及其应用尚未建立起一套标准的、开放的、可扩展的物联网体系构架。在农业物联网行业标准不统一的大环境下,参与水产养殖物联网技术开发应用的企业和科研单位只能在各自的平台上研发,造成较大的成本浪费^[9]。

(三) 资金和成本问题

就目前情况来看,制约水产养殖物联网大规模应用的主要因素之一是资金投入相对较大。例如,有关软件开发、硬件投入以及日常维护、保养、维修,工作人员的安排等,都在一定程度上增加了养殖生产的成本。而目前我国从事水产养殖生产者还主要是家庭个体养殖户,成本过高将难以调动其尝试该技术的积极性,从而在一定程度上影响物联网技术在水产养殖中的普及和推广^[3]。

四、发展水产养殖物联网应用的关键技术

水产物联网涉及的关键技术很多,主要包括以下几个方面。

(一) 精准养殖环境感知技术

感知技术是精准养殖系统的核心,是精准养殖信息采集的关键部分,重点开展精准养殖环境传感器技术的研究,解决在精准养殖中对水温、溶解氧、pH、氨、氮、水位、硝酸盐、氯化物等水环境指标以及气温、光照、气压、湿度等大气环境指标监测的要求。

(二) 精准养殖模拟技术

了解养殖对象在精准养殖控制条件下的生长、生理变化行为对智能化养殖生产管理至关重要,重点开展养殖对象的生长、生理变化规律的研究,建立不同养殖模式下精准养殖水质控制、饲料投喂、主要养殖对象生长等数学模型。

(三) 精准养殖设备智能控制技术

研究专家系统和控制系统的连接技术,重点开展水质控制、饲料投喂等智能控制设备的研发,开

展精准养殖系统监测值、数学模型模拟值、智能设备控制程序开发的研究。

(四) 精准养殖管理技术

精准养殖管理技术主要根据精准养殖生产目标对不同养殖模式进行生产方案的自动设计,按照生产方案对精准养殖系统的智能化控制设备进行工作参数设定,精准养殖控制系统将根据系统设定参数运行,直至管理系统按照专家系统指示重新调整参数或结束全部养殖过程。重点开展精准养殖最优生产方案生成方法、智能设备控制参数或核心模块刷新等技术的研究。

(五) 精准养殖规模化生产集成技术

精准养殖系统的环境传感器、智能控制器、养殖装备、现场监控设备、管理设备以及应用服务系统的正常运转离不开标准化系统集成技术,不同养殖模式的系统集成方案、工程材料、安装工艺、网络通信均不尽相同。重点开展机械化程度较高的工厂化、池塘闭合生产系统或湿地生产系统、网箱养殖等鱼类精准养殖的系统集成技术的研究。

五、发展水产养殖物联网应用的对策建议

我国物联网目前面临前所未有的发展机遇,但也面临着关键技术不成熟、产业化程度低、标准规范缺失、相关政策不到位等一系列的挑战。水产养殖物联网技术的发展,将是实现传统水产养殖生产向现代水产养殖生产转变的助推器和加速器。建议我国水产养殖主管部门在“十三五”期间采取有效措施,加大支持力度,进一步推动和发展我国水产养殖物联网技术的应用。

(一) 制定我国水产养殖物联网发展规划,全面布局

确定水产养殖物联网发展总体目标,形成完整的水产养殖物联网技术体系,细化阶段目标,从核心技术、推广应用、技术服务等方面制定阶段性发展目标。

(二) 提升水产养殖信息化水平,改善水产养殖物联网应用环境

规模化、信息化、自动化、工厂化是物联网应

用的基本条件。针对目前我国水产养殖现状,按照养殖规模、养殖模式、养殖品种对物联网技术应用环境进行分类,在条件成熟区域加大信息化基础设施建设投入,创造物联网技术应用的良好环境。

(三) 加强科研创新,突破关键实用技术

瞄准世界传感器研发前沿领域,设立水产养殖环境感知技术研发项目,组建联合技术攻关团队,围绕关键技术问题,结合产业实际,发挥各自在技术、集成、应用、示范等环节的优势,争取在高性能、低价格传感器研发核心技术上取得突破。同时,尽快制定一套规范的、开放的、可扩展的、适合水产养殖应用的农业物联网行业标准,使参与水产养殖物联网技术开发应用的企业和科研单位能够共享一个统一的研发平台。

(四) 推进水产养殖物联网示范项目建设

紧紧围绕发展现代化水产养殖生产的重大需求,在全国范围内启动一批水产养殖物联网示范项目,研发一批适合水产养殖特点的物联网自主知识产权产品,建设一批国家级水产养殖物联网示范基地,创新物联网在水产养殖领域的应用技术模式,建立水产养殖物联网可持续发展的机制,以点带面,全面推进物联网技术在水产养殖生产经营管理领域中的应用。

(五) 加大政府推动水产养殖物联网产业化发展的作用

一个产业的发展,离不开对该产业链的全面投入与建设。水产养殖物联网技术是利用信息技术来推动水产养殖生产的发展,是互联网产业链在渔业产业上的延伸与拓展。为了加快实现渔业现代化,在当前农(渔)民收入水平较低、农业信息化和市场化运作还不完善的情况下,水产养殖物联网发展的投资主体应当是各级政府,只有在政府部门的大力支持和引导下,水产养殖物联网发展,乃至渔业现代化的实现才有可能。

参考文献

- [1] 朱洪波,杨龙祥,朱琦.物联网技术进展与应用[J].南京邮电大学学报:自然科学版,2011,31(1):1-9.
Zhu H B, Yang L X, Zhu Q. Survey on the Internet of Things [J]. J Nanjing Univ Posts Telecomm (Nat Sci). 2011; 31(1): 1-9.

- [2] 关艳如. 工厂化养殖监控系统的设计与研究[D]. 湛江: 广东海洋大学硕士学位论文, 2013.
Guan Y R. Study and design on the monitoring system for industrial aquaculture [D]. Zhanjiang:Guangdong Ocean University (Master's theses); 2013.
- [3] 周燕侠, 魏友海. 产业升级, 渔业将进入“物联网”时代[J]. 科学养鱼, 2012(2): 12-16.
Zhou Y X, Wei Y H. Fishery is faced with industrial upgrading and the era of“Internet of Things” [J]. Sci Fish Farming. 2012; (2): 12-16.
- [4] 李灯华, 李哲敏, 许世卫. 我国农业物联网产业化现状与对策[J]. 广东农业科学, 2015, 42(20):149-157.
Li D H, Li Z M, Xu S W. Situation and countermeasures of industrialization of agricultural IoT in China [J]. Guangdong Agr Sci. 2015; 42(20): 149-157.
- [5] 杨琛, 白波, 匡兴红. 基于物联网的水产养殖环境智能监控系统[J]. 渔业现代化, 2014, 41(1): 35-39.
Yang C, Bai B, Kuang X H. Aquaculture environment intelligent monitoring system based on Internet of Things technology [J]. Fish Mod. 2014; 41(1): 35-39.
- [6] 张旭晖, 时冬头, 王欣欣, 等. 河蟹高温热害综合指数的构建及应用[J]. 中国农学通报, 2015(2):118-130.
Zhang X H, Shi D T, Wang X X, et al. The construction and application of high temperature stress index system for River Crab Breeding [J]. Chin Agr Sci Bull. 2015; (2): 118-130.
- [7] 涂俊明. 写好“智能渔业”这篇大文章[J]. 渔业致富指南, 2013(5): 18-20.
Tu J M. Write the great article—“Smart fishery” [J]. Fish Guid be Rich. 2013; (5): 18-20.
- [8] 赵海瑞, 卢建强, 姜文荣. 水产养殖物联网技术装备构成及现状[J]. 江苏农机化, 2014(3): 33-35.
Zhao H R, Lu J Q, Jiang W R. Composition and situation of the aquaculture IoT technology and equipment [J]. Jiangsu Agr Mech. 2014; (3): 33-35.
- [9] 葛文杰, 赵春江. 农业物联网研究与应用现状及发展对策研究[J]. 农业机械学报, 2014, 45(7): 222-230.
Ge W J, Zhao C J. State-of-the-art and developing strategies of agricultural Internet of Things [J]. Trans Chin Soc Agr. 2014; 45(7): 222-230.