

DOI: 10.19788/j.issn.2096-6369.200102

我国渔业大数据应用进展综述

程锦祥 孙英泽 胡婧 闫雪 欧阳海鹰*

(中国水产科学研究院, 北京 100041)

摘要: 渔业大数据已成为渔业绿色发展的重要资源要素,也是重要的渔业科技创新方向,不仅直接促进渔业的生产、经营、管理和服务,而且在渔业三产融合中发挥着举足轻重的作用。我国是世界第一水产养殖大国,我国也非常重视渔业大数据在现代渔业中的研究与应用发展。由于历史和现实原因,渔业数据具有资源途径多样、结构繁杂、质量参差不齐、应用范畴宽广,数据总体质量偏低的特点,因此系统梳理渔业大数据应用进展,进一步明确未来发展方向,对我国渔业大数据的研究和应用具有重要意义。本文通过文献调研并结合相关科研实践,对比分析了不同学者对渔业大数据的定义,阐述了渔业大数据的概念,介绍了其多种来源和主要特征,梳理了渔业大数据的管理与政策进展,重点关注了近年来渔业大数据在科学研究、养殖管理、资源调查、经济流通等方面的开发与应用,并结合工程实践,探索了渔业大数据的场景化应用。最后,根据我国渔业大数据发展的现状,指出问题与挑战,为进一步促进我国渔业大数据的发展提供建议。

关键词: 渔业大数据;应用进展;渔业科学数据;大数据

中图分类号: G203

文献标识码: A

文章编号: 2096-6369 (2020) 01-0011-10

引用格式:程锦祥,孙英泽,胡婧,等.我国渔业大数据应用进展综述[J].农业大数据学报,2020,02(01):11-20.

Cheng Jinxiang,Sun Yingze,Hu Jing,et al.Progress in the Application of Big Data in fishery in China[J].Journal of Agricultural Big Data,2020,02(01):11-20.

Progress in the Application of Big Data in fishery in China

Cheng Jinxiang Sun Yingze Hu Jing Yan Xue Ouyang Haiying*

(Chinese Academy of Fishery Sciences, Beijing 100041,China)

Abstract: Big data has become an essential resource for green fisheries, and is an important focus for innovation in fisheries science and technology. Big data promotes the production, operation, management, and service provisions of fisheries, and plays a pivotal role in advancing the integration of primary, secondary, and tertiary industries in fisheries. China is the largest aquaculture country in the world, and attaches great importance to research and application development of big data in modern fisheries. For historical and practical reasons, fisheries big data is characterized by diversified resource channels, complex structures, uneven quality, wide application scope, and low overall data quality. Therefore, for research on, and application of fisheries big data in China, it is important to review the progress regarding the application of such data systematically, and clarify the direction of future development. Based

收稿日期: 2019-11-20

基金项目: 中国工程科技知识中心-渔业专业知识服务系统(CKCEST-2019-2-16)

第一作者简介: 程锦祥,男,助理研究员,研究方向:信息资源管理; E-mail: chengjinxiang@cafs.ac.cn

通讯作者: 欧阳海鹰,女,研究员,研究方向:渔业信息; E-mail: ouyang@cafs.ac.cn

on literature research and related scientific research practices, this article compares and analyzes the definitions of fisheries big data by different scholars; elaborates on the concept of fisheries big data; introduces the multiple sources and main characteristics of fisheries big data; and reviews the management and policy progress of fisheries big data. The development and application of fisheries big data in recent years have focused mainly on scientific research, aquaculture management, resource investigation, and economic circulation. In combination with engineering practice, this article explores the scenario application of fisheries big data. Finally, based on the current situation, it identifies the problems and challenges, and provides suggestions for further promoting the development of fisheries big data in China.

Keywords: big data in fishery; progress in application; scientific data in fishery; big data

1 引言

我国是世界第一水产养殖大国,2018年全国水产品总产量6457.66万吨,比上年增长0.19%,其中养殖产量4991.06万吨,占比77.29%,捕捞产量1466.6万吨,占比22.71%。从世界范围看,我国水产品总产量占世界35%,养殖水产产量占世界养殖产量约62%^[1]。改革开放40年间,从1978年全国水产品总产量475.6万吨逐年递增,为我国城镇居民提供了优质的动物蛋白,对保障国家食品安全发挥了重大作用^[2]。水产养殖快速发展的同时,资源消耗和生态环境问题也日益显现,包括随之而来的养殖风险、水产病害、食品安全和可持续发展等问题都需要从根本上转变生产经营方式和进行产业结构调整。

以互联网和物联网为基础,以大数据为核心,人工智能和信息通讯技术正加快推进农业信息化和现代化发展,尤其是农业大数据,它已经成为现代农业发展的要素和战略性资源,不仅促进现代农业的生产、经营、管理和服务,而且还耦合催化三产融合^[3]。我国农业大数据的研究与应用快速发展,互联网+农业的理念促进了各类农业信息平台 and 数字化管理系统的发展,数字技术的应用研究正向着产前、产中、产后的整个农业生产过程延伸^[4]。

渔业物联网与大数据对促进现代渔业发展也产生了重大影响,在保障渔业生产安全、提高产业经济效益和渔民增收、促进产业转型升级,解决当下渔业面临的诸多问题等方面发挥了重要支撑和保障作用。

2 大数据的概述

关于大数据的概念目前没有非常统一的定义,表述方式也不尽相同,但基本是从大数据的特征为出发

点,通过这些特征的阐述和归纳给出定义。一般而言,大数据的“大”特指数据容量大或者数据存储量大。除此以外,数据形式多样化、半结构化和非结构化特征明显^[5]、数据存储、处理和挖掘速度快,数据应用价值大也是大数据的主要特征。IBM在2013年发布的《大数据:未来创新、竞争、生产力的向导》白皮书中,解析和定义了大数据的“4V”特征,即:规模化(Volume)、多样性(Variety)、高速率(Velocity)和真实性(Veracity)^[6],也有认为大数据具有Volume(大量)、Velocity(高速)、Variety(多样)、Value(价值)、Veracity(真实性)的“5V”特点^[7]。目前,对大数据的定义尚未完全达成共识,对大数据的定义基本是从大数据的特征为出发点,通过这些特征的阐述和归纳给出定义,这与云计算概念刚被提出来的情况是极其相似的。所以,在研究大数据的同时,不需要过多地拘泥于具体的定义,可以对其不断地分析研究,逐渐补充和完善大数据的定义。

2.1 渔业大数据的概念

目前对渔业大数据的准确定义尚有一些争论,朱泽闻认为渔业大数据的概念不只是局限于生产,而是从生产到经营、从池塘到餐桌的全产业链的大数据。所谓大数据,就是对整个生产过程的数据进行采集,包括拍照、视频等方式进行数据记录。此外,还采集气象、水文、市场等与养殖相关的数据^[8]。周洵认为渔业大数据是渔业规划、计划、生产、销售、管理、科研等所有环节(包括影响这些环节所有因素,如地理、气象、水文、环保、政策、市场等等)所产生所有数据的集合,以及对这些数据的获取、分类、存储、管理、挖掘并提供快捷、有价值服务的各项技术及其应用的总

称^[9]。段青玲等认为水产养殖大数据是指利用大数据的理念和相关技术,对水产养殖全产业链产生的大量数据进行处理和分析,来解决水产养殖领域的资源利用率不高、生态环境恶化、生产效率效益低等问题^[10],并从中发现新知识、创造新价值、提升新能力的新一代信息技术和服务业态。于喆认为渔业大数据是利用大数据的理念和相关技术架构,结合数学模型把渔业信息化产生的大量数据加以处理和分析,并将有用的结果以直观的形式呈现给需求者,来解决渔业领域出现的问题。渔业信息化和大数据技术的发展造就了渔业大数据^[11]。

笔者认为渔业大数据是指对渔业生产、管理、科研、流通、经营、消费等各类相关行为所产生的数量巨大、来源分散、格式多样的数据进行采集、存储,并对数据进行关联分析^[12],从大量的、多类型数据中发现新的知识、创造新价值、提升产业发展的新型渔业应用和服务业态。

2.2 渔业大数据来源及特征

渔业大数据的应用是建立在数据现状及分类梳理的基础之上的,从数据来源以及它们所发挥的作用^[9]角度可以分为数据库、网络和移动端、3S技术、专家系统等不同的数据源。段青玲^[10]归纳了养殖大数据的5类主要来源,并对5类来源的典型代表、获取方式、主要数据类型、获取难度和数据质量进行了详细的对比,其中来自政府、组织和企业的相关数据,包括互联网数据、统计数据和管理系统的数据获取相对容易且数据质量较高。从大数据的特征来划分^[11],可以按照领域、地域、企业经营主体、学科专业角度进行划分。渔业的数据来源主要有各地区水产市场、渔业协会、政府行政部门、相关科研机构、门户网站、新媒体客户端、RFID射频数据等。

渔业大数据除了一般大数据所具备的数量大、数据类型多的特征之外,还包含渔业领域现实存在的一些问题:数据资源途径多样、结构繁杂、质量参差不齐、应用范畴宽广^[12],数据总体质量偏低。

3 渔业大数据最新应用进展

3.1 渔业大数据管理与政策

我国政府非常重视农业大数据建设,中华人民共和国国务院在2015年发布了《促进大数据发展行动纲要》,并提出了“现代农业大数据工程”^[12-13]。为推进农业农村大数据发展,中华人民共和国农业农村部先后发布了《农业部关于推进农业大数据发展的实施意见》和《农业农村大数据试点方案》,在《2018年渔业渔政工作要点》中再次强调,要不断提升渔业信息化支撑能力,包括实施“数字渔业”示范项目建设,建立完整的渔情数据监测发布机制,推进渔业渔政信息系统整合和数据共享等^[14]。这些都是在国家大数据战略下渔业领域具体工作落实,发展互联网+大数据来支撑渔业科研、管理、经济,促进渔业绿色发展、提质增效已经成为共识。

3.2 渔业大数据研究进展

目前在渔业大数据的研究方面,分为2种类型。一是侧重宏观方面,即整体概念辨析或者结合具体应用场景,结合大数据技术进行展望,如于喆^[11]从渔业信息化到大数据再到渔业大数据,对渔业大数据的内涵、分类做了梳理;黄秀芸^[15]、岳冬冬等^[16]分别对大数据+水产养殖、大数据+智能渔业的应用前景做了展望。二是在水产养殖、远洋渔业、渔业环境等主要的应用场景中,使用大数据的技术、方法等解决具体问题,比如在海洋渔业环境方面,黄孝鹏等^[17]人建议整合雷达、视频、浮标等已有数据,新建岸、海、空、天和水下等立体空间中的雷达、光电、浮标、无人平台、卫星信息等海洋信息感知源,以综合通信设备为辅助手段,构建全面覆盖相关海域的海洋渔业环境智能观测网;在知识问答方面,赵晨光^[18]等建立了1245.3MB的渔业语料,提出了渔业领域问答系统的解决方法。在水产养殖方面,茆毓琦^[19]建立了以Hadoop分布式架构为基础的智慧水产养殖系统。在远洋渔场预报方面,张胜茂^[20-22]等人基于北斗船位数据分别对东南太平洋智利竹筴鱼渔场、北太平洋柔鱼渔场、南极磷虾资源等做了渔场时空分布与海洋环境要素的研究,汤伟^[23]则针对基于位置的海洋环境要素的管理与渔场预报和信息服务等应用场景,设计了一种海洋渔业

地理格网模型。在水产病害防治方面,甄爱军^[24]提出基于 ASP.NET 的水产病害图谱管理系统。

3.3 渔业大数据开发与应用

我国渔业大数据的开发既有理论探讨也有实际应用,从多角度对渔业大数据在科学研究、养殖管理、资源调查、经济流通等各方面开展了应用和实践探索。

在水产养殖方面,李道亮团队系统地分析了水产养殖大数据的研究进展,包括数据架构、数据来源、数据存储与计算、分析与挖掘,并提出面向水产养殖全产业链开展决策与服务构建水产养殖大数据平台软件工具,主要包括生产管理平台、电子商务平台、智能决策平台和品质追溯平台^[25-26]。针对海洋水产养殖进行数据分析,提出按照特定周期采集温度、湿度、风向、风力、养殖池的溶氧量、酸碱度、水质、养分、氨氮、含氧、喂养、生长期、上市周期以及消费行为等数据,搭建云计算平台和配置 Hadoop 大数据,实时展示水产养殖数据的平台设计,为水产养殖进行大数据挖掘分析和揭开各种养殖数据之间的关联做准备^[27]。

在资源调查和增殖方面,受不同的环境因子、资源密度、渔获量、渔民需求等因素影响,利用各种传感节点和无线通信网络对水生物种资源的有关数据进行采集,结合大数据技术进行观测、信息传输、存储、处理和分析越发必要,结合南海鸕鹚资源调查中大数据技术的应用情况,研究人员提出在资源调查中大数据技术的应用框架^[28]。渔业资源增殖放流是国内外水生生物资源养护普遍采用的一种方法,也是一项利国利民的重要事业,其效果的评估受外部大环境和放流工作自身环境中多方面的数据影响因素较多,专业人员从自身工作角度出发提出了建立增殖放流数据平台,集合水产品市场供需情况、增殖水域资源量情况、生态环境基本情况、渔业增殖放流科学技术发展情况、放流当地育苗单位基本生产情况、放流点环境条件情况、放流水生生物种类菌种的生理习性、放流后生态环境及资源量情况等多种类数据库,通过大数据技术方法从海量数据中“提纯”出对增殖放流有价值的信息,以便于提供技术支撑、精准定位和指导放流工作^[29]。

在渔业经济流通领域,大数据助力水产互联,开拓乡村振兴之路,在中国超3万亿元的餐饮市场中,作为水产业的一份子,小龙虾已成为规模超千亿元的

食材单品,其市场供应依然呈现出持续扩容的态势。小龙虾俨然已成为水产品电商的标杆性商品,而且正在借助电商平台、物联网、大数据的支持而不断进行产业升级^[30]。对于水产养殖者及水产行业解决方案供应商而言,通过大数据平台及系统操作方案来为农户提供更可持续的服务,真正地建设起流程简化、智能可追溯、可视化管理的物联网体系,才能真正地助力“厨房革命”,水产业电商也需要借助大数据、物联网等技术推动产业转型和变革。

在渔业科学研究方面,大数据技术也发挥着举足轻重的作用。农业基础性长期性科技工作项目^[31]的实施,以及渔业科学数据平台^[32]是在国家领导下进行的渔业科学研究数据的整合工作。在种质资源保护方面,中国水产科学研究院建立了水产种质资源平台^[33-35]。该平台集中收集和整理了3.5万条资源记录,覆盖了鱼类、贝类、甲壳类和藻类等水生动植物的种质资源数据,极大地促进了渔业科技创新、推动水域生态环境保护与资源修复。在水生生物保护方面,全国水生野生动物保护分会运用GIS等大数据技术建立了全国水生生物重要栖息地“一张图”综合展示应用,收录了85个水生生物自然保护区,123个水生生物的有关信息,为我国水生生物自然保护工作提供了先进的技术支撑。在远洋渔业方面,东海水产研究所基于浮标、卫星遥感、GIS等大数据技术建立了远洋渔场渔情分析预报及管理决策系统,该系统能实时发布有关渔场海域的海风、海浪、海流、气压等主要数据,极大地促进我国远洋渔业生产。在市场价格方面,全国水产技术推广总站基于手机端的采集工具,汇聚了全国163家主要水产品批发市场的359个品种的日度价格数据,有效促进了我国水产品的正常有序流通和贸易,对稳定“菜篮子”价格具有重要意义。因此,我国渔业科研中已经积累了大量的数据,这些数据的应用不仅在育种、养殖、捕捞、加工、流通、保鲜等实际生产环节中发挥着重要的作用,也是促进渔业提质增效、产业转型升级、绿色发展的重要战略资源。

3.4 渔业大数据工程

中国渔业物联网与大数据产业创新联盟,由中国农业大学、全国水产技术推广总站等单位发起,并于2016年成立,同时在江苏宜兴举办了水产养殖信息化论坛^[4,36-37]。联盟致力于构建以需求为导向、产学研相结合的渔业物联网与大数据合作发展模式,提高

科研成果转化效率,探索不同养殖模式的技术集成、组装、运维和服务路径和方法。

中国渔业大数据研究院由中国渔业协会和九次方大数据信息集团有限公司联合成立^[38],于2018年在“第一届中国(合肥)渔业大数据应用研讨会”上揭牌。研究院围绕大数据“预警、预测、决策、智能”四大要素,开展渔业大数据的创新应用^[39]。标志着中国渔业大数据研究步入新阶段,将推动渔业全产业链数据开放、融合、共享、应用。通过大数据手段,持续推进渔业绿色、安全、融合、开放、规范发展,促进绿色兴渔、质量兴渔、品牌强渔^[14,40]。

渔业专业知识服务系统,由中国水产科学研究院开发与设计,是中国工程院-中国工程科技知识中心重要组成部分。渔业专业知识服务系统始终坚持以服务为宗旨、以创新为灵魂、以开放为特色、以务实为基础。数据资源方面,集成科技文献、统计数据、工具事实、科学数据、其他等5大类资源,汇聚数据2000万条以上,物理存储量200G。系统平台方面,聚焦数据规范化整理、标准化存储、跨平台共享、深度检索、知识发现、可视化。知识服务方面,面向国家和政府、社会企业和渔民、水产工程科技人员提供专业、优质的线上、线下知识服务^[41-42]。

全程可监控淡水鱼产地追溯大数据工程,由上海市嘉燕水产批发市场率先在上海市内建立,该市场为上海最大的淡水鱼批发市场。该工程的核心是一套利用物联网技术的水产品追溯系统,对周边供应上海的1137个渔场设立追溯监控,从产前、产中、产后全过程监控养殖环境、苗种来源、药物使用、饲料投喂、产品保洁保鲜和运输管理。通过该追溯系统实现了淡水鱼从苗种场到百姓餐桌全过程的科学的可追溯管理,有效地从源头解决了质量安全问题^[43]。

直接服务于水产养殖用户的“帮邦”水产,构建了O2O(Online To Offline,在线离线/线上到线下)服务新平台,提供集水质体检、在线诊断、电话咨询、专家咨询等于一体的服务^[44]。该平台包括“水产头条”APP,帮邦水产、智慧水产、养虾人、蟹人蟹事、特种水产养殖、调水专家、渔料与营养、水产行情等10余个微信公众号平台,微信群近百个,累计水产业内用户近10万人。让从业者能通过手机完成水质体检、疾病诊断、养殖档案记录及管理等一系列功能,实现养殖过程监控,洞察水质变化,分析养殖状态,掌控养殖成本,拥有数十万条的云端养殖数据。通过大数据分析

和自动化服务平台,向用户及时提供个性化的天气、水质、疾病预警,降低养殖风险,提高养殖收益^[45]。

此外,还有“京津冀渔业基础信息大数据中心”,由北京市农业局、天津市农委水产办公室、河北省农业厅共同签署合作协议,三地渔业主管部门将加快推动京津冀三地优质高效渔业集聚发展、融合发展^[46]。联合开展水生生物资源养护工作,共同构建渔情信息统计分析互通机制,全方位实现三地渔业信息定期互通,探索共建覆盖京津冀的渔业基础信息大数据中心^[47]。

4 渔业大数据应用存在的问题

渔业大数据是近几年行业发展中关注度较高的热门话题,管理者、专家学者、企业家都关心和推动这一事业的发展,也寄希望于通过大数据技术的发展带动渔业海量数据收集、传输、存储、建模、分析等大数据产业链的形成^[48]。由于渔业大数据资源途径多样、结构繁杂、质量参差不齐、数据总体质量偏低,与其它领域的大数据应用相比,也显示出渔业大数据整合、分析与应用方面的不足,尚需夯实数据基础。

4.1 顶层设计不足

目前国内仅仅在农业大数据的顶层设计中会对大数据在渔业领域的应用做出了方向性的展望和设计,尚未在国家层面专门出台针对渔业大数据的顶层设计方案。不仅如此,在渔业发达省份,也鲜见省级的渔业大数据设计方案。

4.2 数据标准化程度不高

数据标准化程度低,主要表现为数据来源差异大。渔业虽然归属大农业,但渔业和水利、气象、海洋、环境等也存在诸多交集,这使得渔业数据的来源差异大,即使是同一主题的数据,由不同的部门汇聚的也存在诸多差异。这往往也造成渔业数据标准化程度比较低。再者,国家层面没有统一的,能够有效应用的元数据规范。虽然在不少的农业基础性项目中也会涉及到元数据的内容,但这样的元数据标准也仅仅局限在项目组内部使用,随着项目的结束,往往也会随之弃用。

4.3 数据质量参差不齐

我国现在仍处在社会主义初级阶段,渔业生产还具有较强的传统特征,即分散式的小家小户生产,但也有规模化的养殖或者捕捞公司参与。基于此特征,有的数据来自先进的传感器,有的数据来自传统的手工记录的生产日记,比如捕捞日志和投料记录等,有的则来自政府主导的信息系统。数据来源不尽相同,质量也是千差万别。

4.4 数据分析与应用不足

目前,渔业大数据的分析与应用规模比较小。在企业中,主要应用在水质监测、投料管理等领域。在政府中,主要应用在价格监测、水产品追溯等领域。上述应用也往往存在不稳定、高投入等短板。但能够对整个行业产生重要影响的大数据应用还没有出现。

5 渔业大数据的机遇与挑战

5.1 机遇

国外有利用卫星大数据,助力水产养殖^[51]的专门服务,欧洲航天局利用“哥白尼”地球观测系统的数据进行协调、管理和集成,成立了一个意为“支持我们的水产养殖和渔业(SAFI)”项目^[52],该项目能为水产养殖的选址、灾害预报、规避有害生物等提供参考,它能提供养殖场附近“近实时”的潜在的环境危害和生物危害的数据,无论是贻贝、鲑鱼、鲈鱼、海鲷、海参,还是海藻养殖,都需要卫星数据的协助,从而避免损失。

抓住大数据技术快速发展的机遇,适时研究构建适于渔业领域的大数据管理体系^[10],制定各类渔业数据标准、系统应用接口标准、测试标准和维护标准,是有效地促进渔业各类数据整合和共享的基础性工作,通过一系列的数据标准的成体系建设和使用,确保数据融合的难点得以解决,以提高渔业大数据的应用价值,真正使现有和未来即将产生的数据发挥其促进产业发展的作用。

大数据的潜在价值是从巨量数据中获取的,随着物联网、人工智能和船联网^[53]以及5G技术在渔业领域中的快速应用,渔业产业数字化、精准化、智能化的

快速发展将使数据的获取更加快速便捷、数据量将呈现巨大的增长、数据传输和处理速度更快,为实时获取大量精准数据,快速分析挖掘数据价值、投入生产管理流通领域应用创造更为有利的条件。

5.2 挑战

渔业大数据的核心在于数据,我国渔业近些年已经有很多的数据采集系统、管理平台、专家系统和业务平台在运行当中,且已成为渔业大数据的重要数据源,但同时又是数据积累少、量化度低^[9,49]的现状,由此导致数据分割、关联互补难、共享互换不足、信息与业务流程和应用相互脱节,难以融合等一系列的问题。

发挥大数据中潜在的价值,是需要有效的数据分析和挖掘方法来支持的。目前渔业领域大数据技术应用以探索、研究和框架的搭建为主;有根据水产养殖的实际环境,在操作指引下构建Hadoop的大数据环境,进行水产养殖数据从数据中心向云环境的迁移研究,并进行较小规模数据的分布式分析研究^[37];在所有大数据技术中,针对大数据的核心算法MapReduce的卓越性能进行客观分析,并提出基于MapReduce计算模型构建水产业物流云服务体系的应用构想^[50]。目前大数据的一些算法和模型主要在渔业领域的水质预测预警、疾病诊断、行为分析、智能控制等方面有些探索应用。

6 结语

数据、技术、思维将是新的生产资料、生产工具和生产者^[54],渔业产业发展必须利用大数据及相关分析和挖掘技术,提高信息的综合利用率,发掘隐藏在结构化和非结构化数据中的深层价值,提高我国宏观层面水产业政策制定的科学性和合理性,提升我国水产业科研和生产的创新水平及创新能力^[55],促进消费和流通,使我国渔业进入智能决策的时代,加快水产业的现代化进程。

参考文献

- [1] 我国水产养殖量约占世界总量62%,如遇“渔周期”该怎么办[R/OL]. 海尔产业金融农业食品, 2019-09-17. <https://new.qq.com/omn/RGJ20190/RGJ2019091700318100.html>.
China's aquaculture production accounts for about 62% of

- the world's total. What should we do if it encounters a "fishing cycle"? Haier Industrial Finance Agricultural Food. 2019-09-17. <https://new.qq.com/omn/RGJ20190/RGJ2019091700318100.html>.
- [2] 李道亮. 物联网支撑现代渔业大数据助推产业升级[J]. 中国科技产业, 2016(2): 78-79.
- Li D L. Internet of Things supports modern fishery big data to promote industrial upgrading [J]. Science & Technology Industry of China, 2016(2): 78-79.
- [3] 王东杰, 李哲敏, 张建华, 等. 农业大数据共享现状分析与对策研究[J]. 中国农业科技导报, 2016, 18(3): 1-6.
- Wang D J, LI Z M, Zhang J H, et al. Current Situation and Countermeasures of Agricultural Data Sharing[J]. Journal of Agricultural Science and Technology, 2016, 18(3): 1-6.
- [4] 戴春晨. 农业大数据展望: 六大领域数据亟待推广[J]. 营销界(农资与市场), 2016(1): 69-70.
- Dai W C. Agricultural big data outlook: data in six major areas needs to be promoted [J]. Marketing (agricultural resources and market), 2016(1): 69-70.
- [5] 孙忠富, 杜克明, 郑飞翔, 等. 大数据在智慧农业中的研究与应用展望[J]. 中国农业科技导报. 2013, 15(6): 63-71.
- Sun Z F, Du K M, Zheng F X, et al. Perspectives of Research and Application of Big Data on Smart Agriculture[J]. Journal of Agricultural Science and Technology, 2013, 15(6): 63-71.
- [6] IBM-全球企业咨询服务部. 分析: 大数据在现实世界中的[R/OL]. http://www-935.ibm.com/services/multimedia/use_of_big_data.pdf. 2012.
- IBM-Global Business Consulting Services. Analysis: Big Data in the Real World. http://www-935.ibm.com/services/multimedia/use_of_big_data.pdf. 2012.
- [7] 姚远, 赵荣彩. 基于编译指示的向量化方法[J]. 计算机工程, 2012, 38(12): 272-275.
- Yao Y, Zhao R C. Vectorization Method Based on Compiler Directive[J]. Computer Engineering, 2012, 38(12): 272-275.
- [8] 杨宝琴推荐. 来源: 当代水产, 智能化养殖开启渔业“大数据时代”[J]. 水产科技情报, 2015, 42(2): 104.
- Yang B Q Source: Contemporary aquatic products, Intelligent farming Opens the "big data era" of fisheries [J]. Aquatic Science and Technology Information, 2015, 42(2): 104.
- [9] 周洵. 大数据技术与中国渔业[J]. 中国水产, 2015(8): 31-33.
- Zou X. Big data technology and Chinese fishery [J]. China Fisheries, 2015(8): 31-33.
- [10] 段青玲, 刘怡然, 张璐, 等. 水产养殖大数据技术研究进展与发展趋势分析[J]. 农业机械学报, 2018, 49(6): 1-16.
- Duan Q L, Liu Y R, Zhang L, et al. State-of-the-art Review for Application of Big Data Technology in Aquaculture[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery. 2018, 49(6): 1-16.
- [11] 于喆. 渔业大数据综述[J]. 安徽农业科学, 2017, 45(9): 211-213.
- Yu Z. Review of Fishery Big Data[J]. Journal of Anhui Agri. 2017, 45(9): 211-213.
- [12] 王志勇. 水产养殖大数据技术研究进展与发展形势[J]. 农家科技(上旬刊), 2018(9): 95.
- Wang Z Y. Research progress and development situation of big data technology in aquaculture [J]. NongJia KeJi, 2018 (9): 95.
- [13] 中华人民共和国国务院. 促进大数据发展行动纲要[EB/OL]. <http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-09/05/content-10137.htm>, 2015-08-31.
- State Council of the People's Republic of China. Action Plan for Promoting Big Data Development. <http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-09/05/content-10137.htm>, 2015-08-31.
- [14] 中国渔业报. 大数据催生渔业增值. 渔业致富指南[J], 2018(16): 3-4.
- China Fisheries News, Big data boosts fisheries. Fishery Guide to be Rich[J], 2018(16): 3-4.
- [15] 黄秀芸. 新时代“互联网+水产养殖”发展路径研究[J]. 农家参谋, 2019, 612(05): 129.
- Huang X Y. Research on the Development Path of "Internet + Aquaculture" in the New Era [J]. Farm Staff, 2019, 612 (05): 129.
- [16] 岳冬冬, 方辉, 樊伟, 李来好, 等. 中国智能渔业发展现状与技术需求探析[J]. 渔业信息与战略, 2019, 34(02): 79-88.
- Yue D D, Fang H, Fan W, et al. Analysis on the Status Quo and Technology Demands of Intelligent Fishery Development in China [J]. Fishery Information and Strategy, 2019, 34 (02): 79-88.
- [17] 黄孝鹏, 鲍鹏飞, 萧毅鸿, 等. 区域化海洋渔业环境智能观测与决策支持设计[J]. 计算机应用与软件, 2019, 36(03): 84-88+130.
- Huang X P, Bao P F, Xiao Y H, et al. Intelligent Observation and Decision Support Design of Regional Marine Fishery Environment [J]. Computer Applications and Software, 2019, 36 (03): 84-88 + 130.
- [18] 赵晨光, 孙庚, 冯艳红, 等. 渔业领域智能问答系统的研究[J]. 电脑编程技巧与维护, 2019(05): 111-113.
- Zhao C G, Sun G, Feng Y H, et al. Research on Intelligent Question Answering System in Fishery Field [J]. Computer Programming Skills and Maintenance, 2019 (05): 111-113.
- [19] 茆毓琦. 基于大数据技术的智慧水产养殖系统研究[D].

- 青岛科技大学,2018.
- Mao Y Q. Research on Smart Aquaculture System Based on Big Data Technology [D]. Qingdao University of Science and Technology, 2018.
- [20] 唐峰华,靳少非,张胜茂,等.北太平洋柔鱼渔场时空分布与海洋环境要素的研究[J].中国环境科学,2014,34(08):2093-2100.
- Tang F H, Jin S F, Zhang S M, et al. Study on Spatial-Temporal Distribution and Marine Environmental Factors of *Ommastrephes bartrami* in the North Pacific [J]. China Environmental Science, 2014, 34 (08): 2093-2100.
- [21] 戴立峰,张胜茂,樊伟.南极磷虾资源丰度变化与海冰和表温的关系[J].极地研究,2012,24(04):352-360.
- Dai L F, Zhang S M, Fan W. Relationship between Antarctic krill resource abundance changes and sea ice and surface temperature [J]. Polar Research, 2012, 24 (04): 352-360.
- [22] 张衡,张胜茂.东南太平洋智利竹筴鱼渔场及单位捕捞努力力量的时空分布[J].生态学杂志,2011,30(06):1142-1146.
- Zhang H, Zhang S m. Temporal and Spatial Distribution of Chilean Pike Fish Farm and Unit Fishing Effort in Chile in the Southeast Pacific [J]. Chinese Journal of Ecology, 2011, 30 (06): 1142-1146.
- [23] 汤伟.海洋渔业地理格网模型研究与设计[D].浙江海洋大学,2018.
- Tang W. Research and design of marine fishery geographic grid model [D]. Zhejiang Ocean University, 2018.
- [24] 甄爱军.基于ASP-NET的水产病害图谱管理系统的设计与实现[J].水产养殖,2015(12):7-10.
- Zhen A J. Design and Implementation of Aquatic Disease Atlas Management System Based on ASP-NET [J]. Aquaculture, 2015 (12): 7-10.
- [25] Huang J, Meng X, Xie Q, et al. Complete sets of aquaculture automation equipment and their monitoring cloud platform [J]. Advances in Intelligent Systems and Computing, 2017, 691: 429—435.
- [26] Feng Y, Wang X N. LI H T. Research and construction of intelligent service platform for aquaculture[C].//5 th International Conference on Frontiers of Manufacturing Science and Measuring Technology. 2017,130: 801—804.
- [27] 叶炼炼.海洋水产养殖数据分析和云计算研究[J].信息与电脑(理论版),2016(07):123-124.
- Ye L L. Marine aquaculture data analysis and cloud computing research [J]. China Computer&Communication, 2016 (07): 123-124.
- [28] 冯菲.大数据技术在南海鸕贼资源调查上的研究进展[J].安徽农业科学,2018(33):12-13,18.
- Feng F. Research Progress of Big Data Technology in the Investigation of the *Sthenoteuthis oualaniensis* Resources in the South China Sea[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2018(33): 12-13,18.
- [29] 党子乔.大数据环境下水生生物增殖放流工作的思考.中国水产,2019(6):40-42.
- Dang Z Q. Thoughts on the proliferation and release of aquatic organisms under the big data environment[J]. China Fisheries, 2019(6): 40-42.
- [30] 一师.普中国·乡村e站大数据助力水产互联开拓乡村振兴之路[J].今日农业,2018(8).
- Yi S. Pu China·Country e station big data helps the aquatic products to open up the road to rural revitalization[J]. Agriculture today, 2018 (8).
- [31] 农业部科技教育司.农业部关于启动农业基础性长期性科技工作的通知[EB/OL].2017-03-25 00:00 http://jiuban.moa.gov.cn/zwllm/tzgg/tz/201703/t20170329_5543004.htm.
- Department of Science and Technology Education of the Ministry of Agriculture. Notice of the Ministry of Agriculture on Launching Basic Long-term Scientific and Technological Work in Agriculture. 2017-03-25 00:00 http://jiuban.moa.gov.cn/zwllm/tzgg/tz/201703/t20170329_5543004.htm.
- [32] 王立华,孙璐,孙英泽,等.渔业科学数据共享平台建设研究[J].中国海洋大学学报(自然科学版),2010.,40(S1):201-206.
- Wang L H, Sun L, Sun Y Z, et al. Construction of Fishery Scientific Data Sharing Platform[J]. Periodical of Ocean University of China, 2010.,40(S1): 201-206.
- [33] 曾首英,欧阳海鹰.中国水产种质资源保存共享现状与建议[J].现代渔业信息,2008(4):9-12.
- Zeng S Y, Ouyang H Y. Sharing Status and Suggestion on Conservation of Fish Germplasm Resources in China[J]. Modern Fisheries Information, 2008(4): 9-12.
- [34] 马卓君,刘英杰.我国水产种质资源平台建设的需求与现状[J].中国水产,2009(11):25-27.
- Ma Z J, Liu Y J. Demand and current status of China's aquatic germplasm resources platform construction[J]. China Fisheries, 2009(11): 25-27.
- [35] 我国水产种质资源共享平台服务社会化[J].江西饲料,2006(4):45.
- China's aquatic germplasm resources sharing platform service socialization. Jiangxi feed, 2006(4): 45.
- [36] 李道亮.信息化支撑渔业现代化产学研协作助推产业升级--中国渔业物联网与大数据产业创新联盟成立大会暨水产养殖信息化论坛侧记[J].中国科技产业,2016(4):57-57.
- Li D L. Informatization supports fishery modernization, in-

- dustry-university-research cooperation, and promotes industrial upgrading--A Sidelight on the Establishment of China Fishery Internet of Things and Big Data Industry Innovation Alliance and Aquaculture Informatization Forum [J]. Science & Technology Industry of China, 2016(4): 57-57.
- [37] 传道授业解惑 经世致用展雄才——访中国农业大学信息与电气工程学院教授、中国渔业物联网与大数据产业创新联盟执行理事长李道亮[J]. 中国水产, 2016(9): 54-56. Preaching to teach the public to solve the confession and making practical use to show the talents - Interview with Professor Li Daoliang of Information and Electrical Engineering, China Agricultural University, Executive Director of China Fishery Internet of Things and Big Data Industry Innovation Alliance [J]. China Fisheries, 2016(9): 54-56.
- [38] 韩超. 渔业大数据研究院将成立[J]. 水产科技情报, 2018(4): 234. Han C. Fisheries Big Data Research Institute will be established [J]. Aquatic Science and Technology Information, 2018(4): 234.
- [39] 渔业协会将成立中国渔业大数据研究院. 甘肃畜牧兽医, 2018(5): 9-10. China Fisheries Association will establish China Fisheries Big Data Research Institute. Gansu Animal Husbandry and Veterinary, 2018(5): 9-10.
- [40] 吴佳辉. 九项指标居全球首位, 中国渔业大数据研究院落成[J]. 海洋与渔业·水产前沿, 2018(7): 12. Wu J H. Nine indicators rank first in the world, and China Fishery Big Data Research Institute is established [J]. Ocean and Fishery, 2018(7): 12.
- [41] 唐启升院士、崔利锋院长出席“2018大数据智能与知识服务高端论坛暨农林渔知识服务产品发布会”. <http://www.cafs.ac.cn/info/1051/30354.htm>. Academician Tang Qisheng and Dean Cui Lifeng attended the "2018 Big Data Intelligence and Knowledge Service High-end Forum and Agricultural, Forestry and Fishery Knowledge Service Product Launch Conference". <http://www.cafs.ac.cn/info/1051/30354.htm>.
- [42] 2018大数据智能与知识服务高端论坛, 暨农林渔知识服务产品发布会在青岛召开. https://mp.weixin.qq.com/s/yxbwNGdt1M1J9fKSuM7_WA. 2018 Big Data Intelligence and Knowledge Service High-end Forum, and Agriculture, Forestry and Fishery Knowledge Service Product Launch Conference Held in Qingdao. https://mp.weixin.qq.com/s/yxbwNGdt1M1J9fKSuM7_WA.
- [43] 梁蔚浩, 徐承旭. 上海打造淡水鱼产地追溯大数据全程可监管[J]. 水产科技情报, 2019, 46(02): 68. Liang W H, Xu C X. Freshwater fish origin traceable big data can be supervised throughout the process in Shanghai [J]. Fisheries Science & Technology Information, 2019, 46(02): 68.
- [44] 编辑部当代水产. 帮邦: 打造大数据, 构建水产 O2O 服务新平台——本刊专访帮邦总经理万奎吉[J]. 当代水产, 2015(5): 36-37. The editorial department of contemporary aquatic products. Bangbang: build big data and a new platform for aquatic O2O services - interview with Wan Kuiji, general manager of Bangbang [J]. Contemporary aquatic products, 2015(5): 36-37.
- [45] 青岛帮邦信息科技有限公司. 百度百科 <https://baike.baidu.com/item/青岛帮邦信息科技有限公司/18148385>. Qingdao Bangbang Information Technology Co., Ltd. <https://baike.baidu.com/item/>.
- [46] 赵红梅. 京津冀将共建渔业基础信息大数据中心. 农村科学实验, 2017(1): 21. Zhao H M. Beijing-Tianjin-Hebei will jointly build a fishery basic information big data center. Scientific Experiment in Countryside, 2017(1): 21.
- [47] 河北省人民政府网站. 京津冀将共建渔业基础信息大数据中心(来源: 河北日报)[N/OL]. 2017.01.16. <http://www.hebei.gov.cn/hebei/11937442/10765642/12737612/12737652/13692418/index.html> Hebei Provincial People's Government website. Beijing-Tianjin-Hebei will jointly build a fishery basic information big data center (Source: Hebei Daily). <http://www.hebei.gov.cn/hebei/11937442/10765642/12737612/12737652/13692418/index.html>
- [48] 周国民. 我国农业大数据应用进展综述[J]. 农业大数据学报, 2019, 1(01): 16-23. Zhou G M. Progress in the Application of Big Data in Agriculture in China[J]. Journal of Agricultural Big Data, 2019, 1(01): 16-23.
- [49] 蔡家轩, 杜宏宇, 蔡晓童, 等. 面向水产农业的大数据技术应用分析与对策[J]. 南方农机, 2019(13): 86-87. Cai J X, Du H Y, Cai X T, et al. Application Analysis and Countermeasure of Big Data Technology for Aquatic Agriculture[J]. China Southern Agricultural Machinery, 2019(13): 86-87.
- [50] 唐峰. Map Reduce 计算模型及其在水产农业中的应用[J]. 科技视界, 2019(17): 115-116, 70. Tang F, Du H Y, Cai J X, et al. MapReduce Computation Model and its Application in Aquatic Agriculture[J]. Science & Technology Vision. 2019(17): 115-116, 70.
- [51] 紫琳. 利用卫星大数据助力水产养殖[J]. 中国食品, 2016(21): 124-125.

- Zi L. Using satellite big data to help aquaculture[J]. China Food, 2016(21): 124-125.
- [52] 李钊, 欧盟采用“天眼”和大数据助力水产养殖[J]. 海洋与渔业·水产前沿, 2016(11): 78-78.
- Li F. EU adopts "eyes" and big data to help aquaculture [J]. Ocean and Fishery, 2016(11): 78-78.
- [53] 智慧渔船船联网系统[J]. 船舶工程, 2018,(4).
- Smart fishing boat network system [J]. Ship Engineering, 2018,(4).
- [54] 郭承坤, 刘延忠, 陈英义, 等. 发展农业大数据的主要问题及主要任务[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(27): 9642-9645.
- Guo C K, Liu Y Z, Chen Y Y, et al. Major Issues and Missions in Agricultural Big Data[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2014, 42(27): 9642-9645.
- [55] 王东雨, 等. 我国水产大数据及应用技术研究初探. 山东农业科学, 2016. 48(10): 152-156.
- Wang D Y, Zheng J Y, Wang D, et al. Primary Research of Fishery Big Data and Application Technology in China[J]. Shandong Agricultural Sciences, 2016. 48(10): 152-156.