

DOI:10.13718/j.cnki.zwyx.2024.04.003

数字农业发展中如何保证数据安全

陈海涛¹, 成鑫², 刘恒³, 金亚波⁴

1. 中国烟草总公司重庆市烟叶分公司, 重庆 400000;
2. 西南大学 植物保护学院, 重庆 400715;
3. 重庆西农植物保护科技发展有限公司, 重庆 400700;
4. 广西中烟工业有限责任公司, 南宁 530000

摘要: 目前, 农业数字化转型受到社会各界的广泛关注. 受数据体量大、要素多样化、应用范围广等影响, 农业数据资源成为新型生产要素, 这使得农业大数据安全问题日益突出. 立足于农业数字化进程中的数据安全保障措施与数据安全模块, 分析其优缺点, 并提出未来农业数据安全优化策略, 旨在推进我国农业数字化进一步发展.

关键词: 农业数字化; 数据资源;

数据安全; 优化策略

中图分类号: S126

文献标志码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



文章编号: 2097-1354(2024)04-0020-06

How to Ensure Data Security in the Development of Digital Agriculture

CHEN Haitao¹, CHENG Xin², LIU Heng³, JIN Yabo⁴

1. Chongqing Tobacco Branch, China National Tobacco Corporation, Chongqing 400000, China
2. School of plant protection, Southwest University, Chongqing 400715, China
3. ChongqingXinongPlantProtectionTechnologyDevelopmentCo., Ltd. Chongqing 400700, China
4. China Tobacco Guangxi Industrial Co., Ltd, Nanning 530000, China

Abstract: At present, the digital transformation of agriculture is widely concerned by all sectors of society. Influenced by the large volume of data, the diversity of elements, and the wide range of applications, agricultural data resources have become a new type of production factors, which makes the agricultural big data security problem increasingly serious. This paper is based on the elaboration of data security measures and data security management module in the process of

收稿日期: 2024-07-01

基金项目: 重庆市烟草公司重点科技项目(B20241NY1301).

作者简介: 陈海涛, 高级农艺师, 主要从事烟叶生产管理研究.

agricultural digitization, analyzes its advantages and disadvantages, and puts forward the future optimization strategy of agricultural data security, aiming to promote the further development of agricultural digitization in China.

Key words: agricultural digitization; data resources; data security; optimization strategy

1 数字农业发展

数字农业是农业现代化的高级阶段,是中国由农业大国迈向农业强国的必经之路.近年来,中国数字农业发展取得了明显成效,但也面临着诸多亟待解决的问题^[1].对此,需采取有针对性的措施,瞄准农业农村现代化的主攻方向,提供强有力的信息化支撑,为农业高质量可持续发展提供新动能.当前,数字技术加速向各领域渗透发展,在全球范围内开启了一次具有革命性的数字化转型^[2].在此进程中,国家主动适应潮流,提升数字化生产力,加快经济社会各领域数字化发展步伐,特别是要面向农村的广阔沃土,实施数字乡村发展战略,推动数字农业高质量发展^[3-5].

数字农业是数字中国的重要组成部分,是创新推动农业农村信息化发展的有效手段,也是抢占农业农村现代化制高点的战略举措^[6].随着信息与智能技术的高速发展,互联网与物联网设备产生的数据呈现爆炸增长态势.国际数据公司(International data corporation, IDC)的全球数据规模预测显示,到2025年,全球数据可达175泽字节(Zettabyte, ZB),其中90ZB来自物联网设备,数据交互用户将从2018年的50亿增至60亿^[7].数据已经成为一种新的、更为重要和有效的生产要素^[8].以深度学习为代表的新一代人工智能技术通常采用大量数据来训练理想模型,以期提高智能系统的性能与效率^[9].然而,数据在发挥重要作用的同时,其采集与使用方式也至关重要,关系到个人安全与国家安全,因此,在保障隐私和安全的前提下,如何促进数据流通与共享、增进机构间的协同与合作效率,是目前数字农业学术界和产业界普遍关注的问题.

2 农业数据安全

数据安全是指保护数据不受非法或未经授权的访问、使用、泄露、修改、破坏等威胁和风险的一系列措施和技术.在大数据环境下,随着IOT技术特别是5G技术的发展,出现了各种不同的终端接入方式和各种各样的数据应用^[10].随着大量终端设备和应用的超大规模数据源输入,对于大数据源头的真实性鉴别提出了挑战^[11].

数字化农业以信息技术为核心竞争力,依托现代农业生产要素和工艺,通过信息化手段对传统农业进行全方位的产业链升级,实现从传统农业向现代农业的转型.它是新一代信息技术与现代农业的生产、经营、管理及服务深度融合的成果^[12].在数字化农业实践中,数据收集、存储、处理和分析都涉及到大量敏感信息,包括作物生长数据、土壤条件、气候信息、农业机械操作记录等.这些数据不仅对农业生产至关重要,也涉及到个人隐私和商业机密.因此,确保数据的安全性、完整性和可用性,是数字化农业可持续发展的先决条件.当前,我国智慧农业在数据安全方面面临诸多挑战.智慧农业应用的互联网技术水平尚需提升,现有的安全防护措施难以抵御日益复杂的网络攻击^[13].此外,农村地区的网络基础设施相对薄弱,潜在增加了数据泄露的风险.

数字农业实践中数据传输需要各种协议相互配合,有些协议缺乏专业的数据安全保护机制,导致数据源到农业大数据平台的数据传输可能存在安全风险.因此,农业大数据传输中信

道安全、数据防破坏、数据防篡改和设备物理安全等方面是数据安全主要的防范内容^[14]。为保护数据安全,可从数据采集、数据传输安全、安全储存计算、数据安全共享、密文计算等多个方面进行数据保护。

2.1 农业数据安全关键技术

2.1.1 数据采集安全措施

数据采集是农业大数据分析和应用的第一步,涉及从各种数据源收集原始数据及分类整理,并为后续处理和分析做准备。该阶段是安全建立应用系统和决策模型的关键因素。对数据进行分类分级,根据数据的不同类别和敏感级别实施不同安全防护策略,是目前业界的主流操作方式。数据分级是指对包含敏感内容的数据进行级别设定和敏感规则设置,从而施加不同的安全防护手段。在设置数据敏感级别时,涉及数字化系统、管理系统等关键数据应被赋予最高的敏感级别;而在开发农业大模型的过程中,对主要特征数据进行敏感度分级也是必要的。基于数据的分级和分类,可以采取一系列安全管理措施,如控制数据访问权限、记录访问历史、加密敏感数据、加强重要数据的备份,以及对数据按分类或敏感级别进行使用控制、脱敏处理和审计等。通过以上措施对数据进行分类和分级,可实施用户差异化的安全防护措施,确保不同级别使用人员及不同数据得到相应级别的保护^[15]。

2.1.2 数据传输安全措施

数据传输安全措施主要针对农业生产过程中数据流量大、传输速度快的特点。该阶段的目标是确保数据动态流动中进行大流量数据的安全传输,从数据的机密性和完整性方面保证数据传输的安全。这一阶段的主要安全措施包括高速网络传输加密技术、跨域安全交换、威胁监测技术等^[16]。农业生产的精细化管理过程中会积累大量种类繁多、结构各异的农业相关信息,这些信息在行业内不同应用系统间的交换日益频繁,复杂度和多样性不断增加。数据交换的首要环节是确保数据的顺畅传输。然而,数据交换平台在运行过程中可能会遭遇各种安全风险。为了维护平台的安全性、可靠性和高效性,构建一个全面、可扩展且性能优异的安全传输支撑系统显得尤为关键。当前,研究的重点是如何确保农业数据在传输过程中的安全性。比如,使用VPN(虚拟私人网络)等技术来建立安全传输通道,保护数据在传输过程中的安全;采用入侵检测系统(IDS)和入侵防御系统(IPS),以监控网络流量,检测和防御潜在的攻击;采用数字证书和公钥基础设施(PKI),用于身份验证和授权,确保数据传输双方的身份可信^[17]。

2.1.3 数据安全储存技术

数据安全存储技术是一套综合性措施,旨在确保存储在各种介质上的数据得到有效保护,防止未授权访问、数据泄露、篡改或丢失,以维护数据的机密性、完整性和可用性。目前,主要的数据安全存储技术包括对数据进行加密,利用各种加密算法保障数据在存储和传输过程中的安全;实施访问控制机制,如基于角色的访问控制(RBAC),确保只有授权用户才能访问敏感数据^[18];采用多因素认证方法,增加数据访问的安全层次^[19];定期进行数据备份,并确保备份数据的安全性,以便在原始数据丢失或损坏时可以迅速恢复;对敏感数据进行脱敏处理,使其在不泄露原始信息的前提下用于测试或其他目的^[20-21];使用自加密硬盘(SED)等安全存储介质,保护硬件被盗后的数据安全^[22];应用文件系统加密技术如 Bit Locker 和 File Vault,对整个磁盘或分区进行加密^[23-24];为网络附加存储(NAS)和存储区域网络(SAN)配置安全协议,如 iSCSI 的 CHAP,增强存储网络的安全性^[25];实施安全审计和监控策略,持续检测和记录对数据存储的未授权访问或异常行为,确保及时发现并响应安全事件^[26]。执行数据保留和删除策

略,对旧数据和不再需要的数据进行安全删除;采取物理安全措施,如门禁系统和监控摄像头,保护数据中心和服务器房间的安全;对于云存储,确保云服务提供商遵循严格的安全标准并提供必要的安全功能.上述技术通过实施严格的数据加密、访问控制和完整性校验等措施,确保了农业大数据的安全性、保密性和可靠性,保护了农业数据免受未经授权访问和篡改,通过数据备份和灾难恢复机制,增强了数据的可用性和持久性.数字化农业中农业数据的高效管理和分析可为精准农业的实施、数据资源的优化配置和农业政策的制定提供坚实的数据基础.

2.1.4 数据安全共享技术

数据安全共享是通过一系列技术和策略确保数据在不同实体间进行安全且高效地交换和利用.区块链技术在此框架中扮演着重要角色,它通过分布式数据存储、点对点传输、共识机制和加密算法,提供了一个去中心化、不可篡改且可靠的数据记录和流转系统,有效保护了数据的完整性和隐私^[27-29].跨网跨域数据交换则是利用加密、可信计算和身份认证等手段,保障数据在不同网络和领域间安全、可控地传输和共享.利用监控审计技术通过实时监控和分析安全事件日志,实现对农业数据共享活动中的异常事件和违规行为的追踪、溯源和实时反应,确保数据共享的安全性和合规性^[30].共享审查技术进一步确保在不同的数据共享机制下,如无偿共享、分时共享等,实施适当的数据安全保护策略,以支撑多样化的数据共享模式,并保护数据安全.这些技术相互协作,构建了一个全面的数据安全共享解决方案,确保了数据的安全性和可靠性,为农业决策提供了强有力的支持.通过这些数据安全共享技术的融合和应用,推动了农业向智能化、自动化的方向发展,为农业可持续发展和数字化转型提供了数据保障.

3 农业数据安全管理

3.1 农业数据安全在实践中的应用

农业数据安全在实践中具有重要意义,它不仅关乎农业生产的效率和质量,还涉及食品安全、农业可持续发展以及农民的经济利益.作物种质资源数据的采集与保管是一项持续且根本的任务.利用区块链技术的数据保存方式能解决数据的溯源问题,在种质数据由各库(圃)上传到种质信息链时,数据在底层以区块链的形式进行存储,这种方法确保了数据的采集手段、结果等信息,按照时间顺序以一种不可篡改的方式永久记录,从而为数据的真实性和可追溯性提供坚实保障^[31].数字化农业生产相关功能需要模型作为支撑,如农业大模型预测,生育期预测等,在云平台调用数据时,数据安全功能模块会提供一个可靠的数据存储和调用环境,保障数据在云平台上的安全与隐私^[32-33].基于网络编码的加密编码矢量方法安全性较高,在数据量显著增加的情况下传输性能可进一步提升,解决当前农业生产中无线传感网感知数据传输和存储过程中存在的安全性不高、存储效率不佳的问题^[34].

3.2 现阶段农业数据安全存在的问题

农业数字化转型中的数据安全面临多重挑战,例如,数据基础设施的不完善导致存储与传输安全风险;信息技术与农业发展的脱节影响数据共享与产业生态链的高效运作;安全防护措施的滞后以及高成本的技术防护制约了农业技术信息安全进一步落地;以动植物生长模型为主要研究对象的模型数据体系空白;信息资源共享机制的不健全以及政务信息系统的孤岛现象;农村地区高素质劳动力的缺乏,影响数字技术的传播和广泛采纳.这凸显了农业数字化转型过程中亟需解决的一系列难题^[35].

3.3 农业数据安全的创新技术

联邦学习作为一种新兴的分布式机器学习范式,能够在保护数据隐私的前提下,从分散的数据集中训练出全局模型^[36]。基于区块链的联邦学习借助区块链的去中心化架构,增强了系统的健壮性和数据的可信性。利用智能合约技术自动化管理联邦学习任务,提高了工作效率。通过加密货币激励机制,并采用先进的加密技术保护数据隐私工作,激发了用户参与的积极性。这种区块链与联邦学习技术的融合,创新地提出了一种数字安全的解决方案^[7]。另一方面,数据安全存储与高效分析是科研领域面临的关键挑战之一。在加速器控制系统中,海量数据的产生要求使用者不仅要保障数据的安全,还要确保其高效的处理与分析能力。为此,基于 Hadoop 技术设计并实现了一个加速器大数据的安全存储与高效分析系统,这同样是一种新的数字安全解决技术^[26]。

4 展望

农业数据安全发展的关键在于建立一个全面的数据安全管理体系。标准层面上,建立国家级和省级农业大数据中心以整合资源,制定统一的数据管理法规来规范数据生命周期。技术层面上,创新加密技术和区块链技术以保障数据传输和存储安全。管理层面上,搭建数据治理框架,并对农业从业者进行数据安全培训。通过提升数字农业中的数据安全性,推动跨行业数据融合应用,为农业产业升级和可持续发展提供支撑,为农业农村现代化提供坚实基础。

参考文献:

- [1] 谢贤君,郁俊莉.大数据如何影响企业全要素生产率——来自《促进大数据发展行动纲要》实施的准自然试验[J].当代经济管理,2023,45(8):22-32.
- [2] 晓军.权威解读《数字乡村发展战略纲要》[J].新农业,2019(16):9-11.
- [3] 农业部,发展改革委,中央网信办,等.农业部发展改革委中央网信办科技部商务部质检总局食品药品监管总局林业局关于印发《“互联网+”现代农业三年行动实施方案》的通知[J].中华人民共和国国务院公报,2016(24):107-114.
- [4] 农业部.农业部关于推进农业农村大数据发展的实施意见[J].中华人民共和国国务院公报,2016(10):67-72.
- [5] 农业部.农业部关于印发《“十三五”全国农业农村信息化发展规划》的通知[J].中华人民共和国农业部公报,2016(9):42-52.
- [6] 农业农村部信息中心课题组.数字农业的发展趋势与推进路径[J].中国农业文摘-农业工程,2020,32(5):3-4.
- [7] 李程,袁勇,郑志勇,等.基于区块链的联邦学习:模型、方法与应用[J].自动化学报,2024,50(6):1059-1085.
- [8] ZHANG J L, CHEN B, ZHAO Y C, et al. Data Security and Privacy-Preserving in Edge Computing Paradigm: Survey and Open Issues [J]. IEEE Access, 2018, 6: 18209-18237.
- [9] GOLDBLUM M, TSIPRAS D, XIE C L, et al. Dataset Security for Machine Learning: Data Poisoning, Backdoor Attacks, and Defenses [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2023, 45(2): 1563-1580.
- [10] DOSUMU O S, UWAYO S M. Modelling the Adoption of Internet of Things (IoT) for Sustainable Construction in a Developing Economy [J]. Built Environment Project and Asset Management, 2023, 13(3): 394-411.
- [11] SARRESHTEDARI S, ALI AKHAEI M. A Source-Channel Coding Approach to Digital Image Protection and Self-Recovery [J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2015, 24(7): 2266-2277.
- [12] 刘嘉琪,魏霖静.智慧农业网络安全问题的研究与实现[J].热带农业工程,2024,48(2):128-132.

- [13] 朱清臣. 计算机网络信息系统安全问题及相关建议 [J]. 数字技术与应用, 2023, 41(5): 218-220.
- [14] 和占全, 何启学. 基于“互联网+”农业的数据信息安全系统研究与实现 [J]. 网络安全技术与应用, 2023(11): 109-112.
- [15] 刘红, 张越今, 赵文霞, 等. 多维度数据分级分类安全管理框架 [J]. 信息网络安全, 2021, 21(10): 48-53.
- [16] 郝艳丽. 大数据时代政府数据安全治理: 文献综述与研究展望 [J]. 网络安全技术与应用, 2023(8): 65-66.
- [17] 曾霞. 基于 Json 的农业数据安全交换的设计与实现 [D]. 郑州: 河南农业大学, 2021.
- [18] 赵大燕, 何华均, 李宇平, 等. 面向政务协同的访问控制模型[J/OL]. 计算机应用: 1-10[2024-06-13]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/51.1307.tp.20240402.1132.008.html>.
- [19] 王化丰. 多因素认证系统的设计与实现 [D]. 大连: 大连理工大学, 2005.
- [20] 沈传年, 徐彦婷. 数据脱敏技术研究及展望 [J]. 信息安全与通信保密, 2023, 21(2): 105-116.
- [21] 万钧, 郭磊. 审计电子数据脱敏方法研究与应用 [J]. 审计观察, 2024(2): 72-76.
- [22] 谷双双, 夏鲁宁, 贾世杰. 一种加密硬盘的身份鉴别和密钥保护方案 [J]. 密码学报, 2016, 3(2): 126-136.
- [23] 顾武雄. 管理客户端 BitLocker 磁盘加密 [J]. 网络安全和信息化, 2020(4): 58.
- [24] 蓝朝祥, 沈长达, 钱镜洁. FileVault2 加密分区离线解密技术及其取证应用 [J]. 信息网络安全, 2014, 14(9): 211-213.
- [25] 段新东. 网络存储安全协议研究 [D]. 西安: 西安电子科技大学, 2011.
- [26] 赵子晨, 杨锋, 郭玉辉, 等. 基于 Hadoop 技术的加速器大数据安全存储与高效分析系统设计 [J]. 现代电子技术, 2024, 47(8): 9-17.
- [27] 廖东声, 冯政. 区块链赋能少数民族地区高标准农田动态监测评估的作用机理与实现路径 [J]. 商业经济, 2024(6): 121-123, 128.
- [28] 陈骁, 黄牧鸿, 田一凡, 等. 基于分片区块链的车联网数据共享方案 [J]. 计算机研究与发展, 2024, 61(9): 2246-2260.
- [29] 沈倩. 基于区块链技术的农产品冷链物流追溯系统解决方案 [J]. 物流工程与管理, 2024, 46(5): 60-63, 103.
- [30] 王飞平, 郑秀琴. 基于 KylinOS 平台进程监控审计关键技术的实现 [J]. 长江信息通信, 2023, 36(12): 149-152.
- [31] 刘海洋, 方涛, 陈彦清, 等. 区块链在农作物种质资源数据管理中的应用初探 [J]. 农业大数据学报, 2019, 1(2): 105-113.
- [32] 孙佳照, 冉渝澳, 冯俊, 等. 西南地区烟草潜在适生区预测 [J]. 中国烟草科学, 2023, 44(5): 37-44, 61.
- [33] 李群岭, 李力, 林小兴, 等. 烟苗移栽时间评估模型研究与应用 [J]. 植物医学, 2023, 2(6): 54-63.
- [34] 张巍, 史兴燕, 崔茂齐. 基于加密编码矢量的农业无线传感网数据安全存储方法 [J]. 计算机科学, 2015, 42(S2): 381-385.
- [35] 农业农村部信息中心课题组. 数字农业的发展趋势与推进路径 [J]. 中国农业文摘-农业工程, 2020, 32(5): 3-4.
- [36] 崔阳光. 面向物联网的联邦学习优化机制研究 [D]. 上海: 华东师范大学, 2023.

责任编辑 孙文静 崔玉洁