

专家述评

加强大数据在食品安全中应用研究

陶启,崔晓晖

(武汉大学国家网络安全学院 空天信息安全与可信计算教育部重点实验室,湖北 武汉 430072)

摘要:食品安全不仅关系消费者的切身利益,而且影响国家经济和社会稳定。食品安全大数据为食品安全治理提供新机遇,通过对全产业链中数据整合,提升数据分析能力、挖掘深层次信息,为监管者、生产者及消费者提供科学决策建议,实现对食品安全事件的及时预警、产品溯源与定责。本文对现有食品安全相关大数据服务平台进行了分析研究,对食品安全大数据应用领域中多源数据处理、可视化、市场机制等挑战问题进行探讨,并展望了食品安全大数据领域未来发展趋势。

关键词:食品安全;大数据;预警;溯源;区块链

中图分类号:R155 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-8456(2020)03-0223-05

DOI:10.13590/j.cjfh.2020.03.001

Strengthen the application research of big data in food safety

TAO Qi, CUI Xiaohui

(Key Laboratory of Aerospace Information Security and Trusted Computing, Ministry of Education, School of Cyber Science and Engineering, Wuhan University, Hubei Wuhan 430072, China)

Abstract: Food safety is essential to national economy and people's livelihood. A good food safety system is extremely important for maintaining social stability and providing scientific data for government decision. Big data provides a new approach to food safety. Through the integration of the data in the whole industrial chain, it will greatly improve the data analysis ability and help in discovering the potential valuable information. It could provide scientific decision-making suggestions for regulators, producers and consumers. It will provide a solution for timely warning of food safety incidents, the accurate traceability and accountability of food products. This paper will briefly introduce some existing big data platforms in food safety area. Then, it will discuss the challenges such as multi-sources data analysis, visualization and market mechanism. At the end of this paper, the future development trend of big data in food safety area is discussed.

Key words: Food safety; big data; warning; traceability; block chain

食品安全不仅关系消费者的切身利益,而且影响国家经济和社会稳定。1985年英国“疯牛病”暴发,随后席卷欧盟致使“谈牛色变”,欧盟内多个国家牛肉销量下降70%,英国经济损失超30亿英镑;2008年美国“沙门菌污染”事件造成9人死亡,超过700人患病,引发美国史上最大规模的食物召回;2011年德国大肠埃希菌污染事件致使近50人死亡^[1]。自1998年中国香港“瘦肉精”事件发生以来,我国已相继发生近20起,导致1人死亡、1700余人中毒;2008年三聚氰胺事件致使近30万婴幼儿

患肾结石,一举击溃消费者对国产奶粉信心,国内奶业几近停滞;此外,苏丹红、镉大米、地沟油等事件频发,极大损害了公民利益。食品安全事件频发追根溯源主要是法律法规建设滞后及产业链中各环节信息不对称而致使食品安全事件响应不及时以及安全风险交流机制不健全^[2]。我国先后发布《食品卫生法》《食品安全法》构建以食品安全委员会为中心,联合质量监督、工商行政管理和国家食品药品监督管理局分别管控生产、流通和服务等环节的执法体系^[3];中共十九大明确落实“实施食品安全战略,让人民吃得放心”,推动我国食品安全监管从“被动应对”向“主动保障”转变,切实加强食品安全监管^[4]。

只有全面了解食品从“农田-餐桌”全产业链中各环节流程,才能有效确保食品安全。大数据技术为食品安全治理提供了新机遇。我国“十三

收稿日期:2020-05-08

基金项目:国家重点研发计划(2018YFC1604000)

作者简介:陶启 男 博士 研究方向为食品安全与区块链

E-mail: qtao17@whu.edu.cn

通信作者:崔晓晖 男 教授 研究方向为大数据与区块链

E-mail: xcui@whu.edu.cn

五”规划提出“实施国家大数据战略,推进数据资源开放共享”。通过食品安全大数据可以记录分析从农田到餐桌全链条各环节数据,实现生产者、消费者、监管者与第三方检测机构间大数据共享,从而消除消费者、生产企业及监管部门间信息鸿沟。

食品安全大数据应用具有透明性、标准性、及时性及灵活性等特性。通过建立集食品信息全面展示(包括营养信息、质检报告、消费者评价等)、分析预警(分析区域内食品安全是否可控并预警)、溯源追踪(精准回溯食品的生产过程及各类原材料产地)、全方位监控(全方位的产业链数据分析为监管与执法提供全面的科学依据)等功能为一体的标准化大数据平台,有助于保障消费者的产品知情权益及个性化营养推荐,优化企业产品线、提升效益,辅助监管部门对食品安全事件全面监控、提升国家国际品牌形象。本文主要对国内外已有食品安全相关的大数据平台进行分析,基于食品安全大数据领域存在问题进行分析并展望未来发展趋势。

1 食品安全大数据领域服务平台

目前,针对食品生产、存储、运输、销售等环节的食品安全监管信息化建设已初具规模,对保障食品安全起到了重要的作用。但依然存在一些不足,例如:1)由于现代化食品产业链长,地域分布广泛,参与企业信息化水平参差不齐,造成食品安全全链条监管数据不完整、碎片化严重等问题;2)当前各级监管部门的信息化建设重数据采集而轻分析,导致食品安全监管智能化程度不高、风险管理效率低等问题;大数据技术为上述问题提供了新的解决方案。通过整合食品产业链中各环节数据碎片建立数据共享机制实现产品全程监控,规范行业数字化

系统建设,提升行业数据分析能力、挖掘行业深层次信息,为消费者、生产者及监管者提供全面科学的产品信息与决策建议。

1976年联合国世界卫生组织(WHO)构建的全球环境监测系统(GEMS/Food),由各参与机构提交食品污染物浓度数据组建数据中心,结合数据处理与分析技术,帮助各国政府、国际食品法典委员会(CAC)等机构评估食品污染物污染等级与发展趋势^[5],是各国用于评估与管理食源性风险的重要工具。然而,系统有效性受限于参与机构的价值数据贡献度。2014年美国食品药品监督管理局(FDA)启动OpenFDA在线公众健康项目,通过对300万份药物不良事件报告数据分析与挖掘,提升医务人员工作效率及护理水平、降低病患成本、降低企业新药研发成本^[6]。2015年WHO整合农业、食品、公共卫生和经济指数等领域多元化数据构建食品安全大数据服务平台FOSCOLLAB,通过增强采集数据源维度提升对食品安全风险监控效果^[7]。2014年贵州科学院整合省内各级政府、检测机构及入驻企业的产品数据,建立食品安全与营养大数据云平台,实现食品防伪验证、安全风险监测与预警^[8]。2018年原国家食品药品监督管理总局发布全国食品抽检结果查询系统,整合了近年来国内食品抽检结果数据,为消费者提供权威食品安全信息解读。

综上所述,WHO的全球环境监测系统^[5]、美国OpenFDA^[6]与中国原国家食品药品监督管理总局的全国食品抽检结果查询系统基于单品类数据集的处理与分析;WHO FOSCOLLAB^[7]与贵州食品安全与营养大数据云平台^[8]进一步丰富了平台中数据源维度,然而,样本容量仍受限于企业价值数据提交主动性及部门抽检频率,样本多样化程度不足。国内外食品安全大数据平台分析见表1。

表1 食品安全领域大数据领域服务平台分析

Table 1 Analysis of big data service platforms in food safety area

大数据服务平台	特色
WHO GEMS/Food ^[5,9]	食品安全相关污染物抽检数据集;食品安全污染物监测及评估污染程度与发展趋势;制定健康的可持续饮食和改善营养方案
USA OpenFDA ^[6]	建立了便于各方获取FDA数据库中公共数据的途径;提高从海量数据中获取知识的能力,加快科学与工程发现能力;保障FDA公开数据的隐私和安全
WHO FOSCOLLAB ^[7]	整合了动物/农业、食品和人类卫生领域的数据和信息,改善全球公共卫生;快速获取食品安全数据和信息,提升风险预警效率;充分利用现有资源,减少重复工作
食品安全与营养大数据云平台 ^[8]	食品安全相关政府、部门及入驻企业提交数据集;支持食品企业/食品生产许可/日常监管/监督抽检等信息查询;食品安全风险监控与预警;基于消费习性提供个性化健康饮食指导建议
全国食品抽检结果查询系统	国内食品抽检结果数据公示与查询;提供权威食品安全信息解读;科学辟谣

2 食品安全大数据领域发展与挑战

国务院《促进大数据发展行动纲要》^[10]指出在食品安全等领域推动数据的汇聚融合与关联分析,加强监管效果。食品安全大数据应用是为建立从农田到餐桌全链条各环节数据共享流通,实现全产业链中产品的全方位质量安全管控。近年来,我国持续加强食品安全保障工作力度,提高食品安全研发经费投入比例,激励相关企业及科研机构积极参与食品安全战略建设。根据国务院《“十三五”国家食品安全规划》^[11],当前我国食品安全相关企业总体规模较小、参与程度低,未来具有巨大的市场潜力^[12]。我国企业主要在以下3个领域参与到食品安全工作中:1)食品安全监管的不同环节中国信息化建设;2)商务部主导的肉蔬追溯系统建设;3)综合性软件研发。食品安全大数据领域存在如下主要问题亟待科研机构提供有效解决方案。

2.1 多源异构数据采集与融合

食品安全大数据平台中数据源维度及样本容量对食品安全管控与预警效果具有巨大影响。目前食品安全大数据平台中数据源主要由政府、机构等单位主动提交食品安全相关的结构化数据,数据源维度低、样本容量有限。互联网是一个巨大的信息源,其中自媒体与流媒体中具有丰富的结构化与非结构化食品安全相关数据信息,是增强大数据平台中数据维度与样本容量的有效途径;因此,研发高效的食品安全多源异构数据的采集与融合方法具有重要意义。

2.2 大数据的跨部门共享

大数据的理念已经被追捧多年,但是还远未达到人们想象的完全实用的程度。大数据发展的前提条件是要有丰富的数据源,即使对于IT行业数据化程度比较高,依然缺少资源共享和信息交换机制,只能在企业内部探索和尝试。政府部门缺乏数据开放的动力,由于其掌握的数据有一定的敏感性而趋于保守态度。各大企业不会随便开放自身有价值的信息,因为它有巨大的商业价值,也关系到企业的生死存亡。长此以往,不同的部门数据源独立存在,不能够互相共享,形成了一个数据孤岛,无法实现行业跨部门全链条大数据体系。大数据困境从早期的难以处理大数据到今天变为难以得到全链条大数据。为解决该问题,政府期望采取强制手段,建立数据中心整合管辖范围的数据,但数据隐私保护难以解决。阿里,腾讯等互联网巨头期望通过并购来构筑庞大的行业帝国实现行业全链条数据企业内部化。但行业数据垄断的大企业会

利用自身垄断地位阻碍创新使垄断地位更加坚固。

2.3 面向食品安全事件分析的知识图谱工具

目前,可视化技术主要用于数据展示,尚无法准确表示图谱中语义关联信息^[13],因此,研发一套面向食品安全事件分析的食品安全大数据的知识图谱,研究食品安全事件的语义生成方法和事件关系网络的语义表示方法是食品安全大数据领域的一个重要研究方向。

2.4 完善的基于大数据的市场监管机制

我国食品安全大数据行业尚处于初级阶段,市场监管机制(市场标准/监管/相关法规制定等)需进一步完善。未来我国食品安全大数据将是建立以地方级食品安全大数据系统为治理单元的国家级食品安全大数据服务平台。各级监管部门迫切需要基于这一趋势建立完善的市场监管机制以有效运用食品安全大数据服务平台。

2.5 分布式的可信人工智能数据分析架构

贵州省政府通过制定《贵州省政务数据资源管理暂行办法》^[14],建立省内各级政务大数据共享中心,然而,国家层面上行业数据(农业/监管/健康/土地资源等数据)涉及国家安全与稳定,各部委为防止数据泄露而不愿共享,因此,仅依靠制定相关法规推动各部委及行业数据共享困难。为解决此类问题,文献^[15-17]提出联邦学习方案打破数据孤岛,各方机构数据只在本地训练共建“数据联邦”实现共同获益,然而,联邦学习模型通常面向任务设计致使模型应用推广困难,且联邦训练算法的公平性、计算与通信效率、数据安全等问题仍无有效解决方案。此外,文献^[18-21]提出基于区块链与大数据技术结合突破数据孤岛,通过数学算法建立各方信任关系从而彻底消除中间方影响,基于密码算法与共识机制保障链上数据可靠性与私密性。然而,区块链技术中共识算法效率低、安全访问控制缺乏等问题亟待解决。

总体来说,以大数据为核心达到食品安全事前预防、事中控制、精准处置的目标是实现食品安全“严密高效、社会共治、全程追溯”国家战略的必要环节。但在食品安全大数据的应用实践中,各管理部门均面临数据困境,无可用的大数据,政府各部门基于国家安全社会稳定的理由,不能把原始数据交给外单位。食品生产企业也因商业机密不愿意将数据交给监管部门。而消费者基于隐私保护的要求也不愿意随意将个人食品消费数据共享。针对前述食品安全大数据困境,需要创新性的提出一种新型的去中心化数据采集方法、存储、共享及智能分析机制。从目前看,“区块链+大数据”具备很大

的潜力。

区块链作为一项新兴技术,经常被称为二十一世纪的技术创新,自2008年推出以来,已经超越其作为密码货币验证机制的用途,并且正在向广泛的商业应用领域发展。简单来说,区块链就是一个公共账本,一种集体维护的网上数据库。区块链网络和传统数据库存储数据的主要区别在于:匿名性、去中心化、不可篡改、分布式存储、多备份、隐私保护等。从技术的角度看:大众经常说“区块链技术”,其实区块链并不是一种单一的技术,而是多种技术整合的结果。这些技术以新的结构组合在一起,形成了一种新的数据记录、存储和表达的方式,因此区块链更多的是一种新的思想。这个新思想,将有可能改变行业经济乃至社会运行模式。例如,研发构建新型云链融合去中心化数据采集方法与存储机制,通过采集各敏感数据的数字签名和特征,存储于区块链,而敏感原始数据依然存在于数据主权者安全管控范围,解决食品安全监管领域存在的全链条跨部门数据采集融合困难,数据孤岛、完整性与可信度差的难题。

3 总结与展望

我国食品安全行业环境复杂、监管难度极大,大数据技术为食品安全智慧监管提供了新思路,主要表现为:1)食品安全的全方位分析。通过对多源异构数据融合与分析,挖掘深层次价值信息,提高食品安全认知水平;2)食品安全风险预测预警。基于食品安全多源异构数据的融合,通过建立预警模型预测食品安全的发展趋势,为监管者与生产者提供决策支持依据;3)追踪溯源。对食品安全全链条中整合后的各数据记录进行统一编码处理,追踪食品的流通状况,提升企业对劣质食品的召回效率;此外,能够回溯食品养殖及加工等信息,帮助有关部门对劣质原材料的精准定位。未来,大数据在食品安全中的应用研究将成为食品安全科学领域的一种发展趋势。

从市场前景和技术两方面展望食品安全大数据领域未来发展存在以下趋势:1)我国大数据与食品安全国家战略的实施,增强了消费者对于国内食品行业的信心,提升了企业参与国家食品安全建设的积极性。随着食品安全大数据应用推广,食品产业链的下游需求增速将长期维持高速增长,同时将促进食品安全大数据行业应用的发展。2)大数据是一项综合性学科,新理论与方法的诞生将衍生新的技术,为大数据在食品安全领域中的应用带来了各种挑战。针对食品产业链全链条各环节,从隐私

保护、溯源防伪、多方协作这3大具体行业需求,研究突破食品安全全链条大数据采集共享、多源融合、全程留痕、隐私保护、安全可信、自主可控等关键技术障碍,才能有效的建立跨部门(包括政府、企业、行业协会、媒体、消费者等)多方参与的食品安全监管生态。

大数据技术与食品安全行业市场相互影响,技术的创新发展将推动行业应用发展,行业市场发展也必将促使技术的进步。加强大数据在食品安全中的应用能够为国家创造巨大社会与经济价值。大数据可以帮助企业对问题食品进行精准溯源、优化产业结构提升社会与经济效益,同时为政府监管部门提供科学的食品安全事件决策建议实现及时预警与定责。在大健康领域,大数据的应用还可以为广大消费者提供合理的膳食营养建议并有效防止与食品相关的公共卫生突发事件的发生。总体来说,食品安全大数据应用将支持我国食品安全行业总体向好发展。

参考文献

- [1] FRANK C, WERBER D, CRAMER J P, et al. Epidemic profile of Shiga-toxin-producing *Escherichia coli* O104:H4 outbreak in Germany[J]. *N Engl J Med*, 365(19): 1771-1780.
- [2] 李名梁. 我国食品安全问题研究综述及展望[J]. *西北农林科技大学学报(社会科学版)*, 2013, 13(3): 46-52.
- [3] 孙爱芳, 关炳峰, 王法云. 我国食品安全现状及对策研究[J]. *河南科学*, 2012, 30(9): 1375-1378.
- [4] 中国营养保健食品协会. “四个最严”保障特殊食品安全[N]. *中国市场监管报*, 2020-04-16(005).
- [5] MOY G G. GEMS/food and total diet studies[M]//MOY G G, VANNOORT R. (eds) *Total diet studies*. Springer, New York, NY, 2013: 421-426.
- [6] U. S. Food & Drug Administration. OpenFDA [EB/OL]. (2019-09-11) [2020-04-20]. <https://www.fda.gov/science-research/health-informatics-fda/openfda>.
- [7] World Health Organization. FOSCOLLAB: global platform for food safety data and information [EB/OL]. (2015-01-12) [2020-04-20]. <https://www.who.int/foodsafety/foscollab/en/>.
- [8] 刘彤, 谭红, 张经华. 基于大数据的食品安全与营养云平台服务模式研究[J]. *食品安全质量检测学报*, 2015, 6(1): 366-371.
- [9] HÉRAUD F, BARRAJ L M, MOY G G. GEMS/food consumption cluster diets [M]//MOY G G, VANNOORT R. (eds) *Total diet studies*. Springer, New York, NY, 2013: 427-434.
- [10] 国务院. 国务院关于印发促进大数据发展行动纲要的通知: 国发[2015]50号 [EB/OL]. (2018-09-14) [2020-04-18]. <https://zycpzs.mofcom.gov.cn/html/nysczl/2018/9/1536891477862.html>.
- [11] 国务院. “十三五”国家食品安全规划 [EB/OL]. (2017-02-22) [2020-04-18]. <http://www.miit.gov.cn/n1146290/>

- n1146392/c5497473/content.html.
- [12] 前瞻产业研究院. 2018—2023 年中国食品安全大数据行业发展前景与应用市场战略分析报告[EB/OL]. (2018-03-05) [2020-04-19]. <https://www.qianzhan.com/analyst/detail/220/180305-592639a7.html>.
- [13] 王鑫,傅强,王林,等. 知识图谱可视化查询综述[J/OL]. 计算机工程; 1-12 [2020-04-30]. <https://doi.org/10.19678/j.issn.1000-3428.0057669>.
- [14] 贵州省人民政府办公厅. 省人民政府办公厅关于印发贵州省政务数据资源管理暂行办法的通知;黔府办发[2016]42号[EB/OL]. (2016-11-10) [2020-04-18]. http://www.guizhou.gov.cn/zwgk/zcfg/szfwj_8191/qfbf_8196/201709/t20170925_823937.html.
- [15] KONEČNĀ J, MCMAHAN H B, YU F X, et al. Federated learning: strategies for improving communication efficiency[J]. Machine Learning, 2016.
- [16] BRISIMI T S, CHEN R, MELA T, et al. Federated learning of predictive models from federated electronic health records[J]. Int J Med Inform, 2018, 112(1):59-67.
- [17] YANG Q, LIU Y, CHEN T J, et al. Federated machine learning: concept and applications[J]. Acm Transactions on Intelligent Systems, 2019, 10(2):12.1-12.19.
- [18] CHEN Y L, GUO J Y, LI C L, et al. FaDe: a blockchain-based fair data exchange scheme for big data sharing[J]. Future Internet, 2019, 11(11):225.
- [19] LIU P T S. Medical record system using blockchain, big data and tokenization[C]//18th International Conference, Information and Communications Security (ICICS 2016). Springer, Cham, 2016: 254-261.
- [20] 陶启,崔晓晖,赵思明,等. 基于区块链技术的食品质量安全管理系统及在大米溯源中的应用研究[J]. 中国粮油学报, 2018,33(12):102-110.
- [21] LI Y, HUANG J Q, QIN S Z, et al. Big data model of security sharing based on blockchain[C]//2017 3rd International Conference on Big Data Computing and Communications (BIGCOM). IEEE Computer Society, 2017.

· 新冠肺炎疫情防控 ·

新冠肺炎疫情期间老年人群营养健康指导建议

老年人免疫功能弱,容易受到传染病的侵害。较长时间的居家生活极大影响本就脆弱的老年群体身心健康。合理膳食是维护老年人免疫功能的有效手段,然而老年人身体功能衰退、咀嚼和消化功能下降,同时多患有慢性疾病,对膳食营养有更多且特殊的需求。因此,针对老年人群提出以下营养健康指导建议。

一、拓展食物供应,丰富食物来源

在严格遵守防疫要求的前提下,积极疏通、拓展食物供应渠道,丰富食物来源。在目前米/面、蛋类和肉类食物供给得到较好保障的基础上,努力增加鲜活水产品、奶类、大豆类、新鲜蔬菜水果、粗杂粮和薯类的供应。

二、坚持食物多样,保持均衡膳食

力争每天食用的食物种类在12种以上,每周在25种以上。多吃新鲜蔬果,每天至少300g蔬菜,200g水果,且深色蔬菜占到一半以上。增加水产品的摄入,做到每周至少食用3次水产品,每周摄入5~7个鸡蛋,平均每天摄入的鱼、禽、蛋、瘦肉总量120~200g。增加食用奶和大豆类食物,每天摄入300g液体奶或相当量的奶制品,乳糖不耐受者可选酸奶或低乳糖奶产品,避免空腹喝奶,少量多饮,或与其他谷物搭配同食;大豆制品每天达到25g;适量吃坚果。

三、保持清淡饮食,主动足量饮水

多采用蒸、煮、炖的方式烹调。少吃、不吃烟熏、腌制、油炸类食品。少盐控油,每人每天烹调用油不超过30g,食盐不超过5g。保证每天7~8杯水(1500~1700mL),不推荐饮酒。

四、保持健康体重,重视慢病管理

争取做到每周称一次体重,避免长时间久坐,每小时起身活动一次。尽可能利用家中条件进行太极拳、八段锦等适宜的身体活动;鼓励在做好防护的前提下进行阳光下的户外活动,每周中等强度身体活动150min以上。每三个月监测一次血糖、血脂、血压等慢病危险因素,提高慢病自我管理能力和。

五、提倡分餐饮食,鼓励智慧选择

提倡分餐制,多使用公筷、公勺。学会阅读食品标签,选择安全、营养的食品。

(相关链接:<http://www.nhc.gov.cn/xcs/zhengcwj/202005/30a5bcf29f084e4f8b25e40be82f0cd1.shtml>)