

DOI: 10.13652/j.issn.1003-5788.2021.01.016

大数据环境下基于神经网络技术的食品安全监管

Food safety supervision based on neural network technology in large data environment

孟庆杰¹ 尧海昌²MENG Qing-jie¹ YAO Hai-chang²

(1. 南京工业职业技术大学, 江苏 南京 210046; 2. 南京邮电大学, 江苏 南京 210023)

(1. Nanjing Vocational University of Industry Technology, Nanjing, Jiangsu 210046, China;

2. Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing, Jiangsu 210023, China)

摘要:从阐述中国食品安全监管模式经历的几个重要时期着手,分析了当前中国食品安全监管存在的不足,指出应借鉴美国等发达国家较为成熟的监管策略,将大数据相关技术应用于食品安全监管中,使数据信息更具时效性和公开性;提出了将 BP 神经网络运用于食品检测数据分析中,实现预测某类食品在之后多个监管周期内的风险系数,提高对食品安全事故的预警能力。

关键词:大数据;BP 神经网络;食品安全;监管

Abstract: In the environment of large data, the application value of data mining and neural network technology in food safety supervision is discussed to provide ideas for the innovation of supervision mode in this field in China. Several important safety supervision models of Chinese traditional food first analyzed. Based on the analysis of the deficiencies of current supervision, the more mature supervision strategy of developed countries such as the United States is used to apply big data related technology to the food safety supervision, so as to make the data information timelier and more open. BP neural network is applied to the analysis of food testing data to predict the risk coefficient of a certain type of food in the subsequent multiple regulatory cycles, and to give early warning.

Keywords: large data; BP neural network; food safety; supervision

近年来中国的食品行业运行状况得到了空前发展。2019 年上半年,全国规模以上食品企业工业增加值保持稳定增长,其中农副食品加工工业累计同比增长 4.7%,食品制造业累计同比增长 5.5%;全国规模以上食品工业企业营业收入 39 311.4 亿元,同比增长 5.0%;利润总额 2 710.1 亿元,同比增长 10.0%。在经济效益增长的同时,

存在的食品安全问题也逐渐凸显,受到了公众的广泛关注,国家对于食品安全的监管也愈发深入^[1]。

中国对于食品安全问题的监管一直处于不断发展阶段,近几十年来从监管模式上也有了一定的革新和突破。但是在如今大数据时代背景下,食品信息数据越来越大,也越来越复杂,有必要顺应时代、结合新型技术对传统的食品安全监管模式进行优化^[2]。对于由不同地区、机构采集到的食品信息数据,如何进行系统化的汇总和整理,并从数据中发现潜在的安全隐患问题,及时向公众预警已非常迫切。目前,在中国乳制品质量安全评价中已应用了 BP 神经网络评价模型,通过训练设置相应的参数,更客观地反映中国乳制品质量的实际情况^[3]。而通过数据挖掘和神经网络对数据进行整理和分析,进一步实现信息共享,发挥计算机的高速运算能力和信息处理能力,对于食品安全的监管来说是一个新的突破。因此,文章拟对大数据环境下的食品安全监管问题进行分析,旨在为推进中国大数据食品安全监管模式的理论完善及实践应用提供依据。

1 食品安全监管

1.1 传统食品安全监管模式

目前对食品安全监管最确切的定义是一项国家政府等职能部门对食品生产、加工、流通企业的食品安全进行监督和管理的干预控制活动,包括对食品生产加工及流通环节的日常监管、食品质量安全市场准入制度的规范管理,以及对食品生产质量不达标等违法行为的查处^[4]。随着时代的变迁,食品安全问题也在不断更新和演变,中国在食品安全的监管方面也经历了几个典型时期。由图 1 可知,中国的食品安全监管经历了从无到有、从单一部门到多部门再到单一部门的演变。20 世纪 90 年代,中国进入了多部门同时监管食品安全的“九龙治水”时期,此时的监管模式较为混乱;2009—2013 年,新增了国务院

基金项目:江苏省重点研发计划项目(编号:BE2017166)

作者简介:孟庆杰(1971—),男,南京工业职业技术学院副教授,硕士。E-mail:mqj@niit.edu.cn

收稿日期:2020-10-05

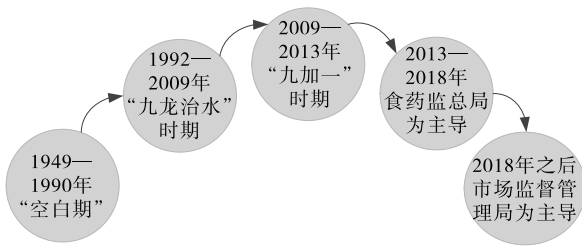


图1 中国食品安全监管的历程

Figure 1 The course of food safety supervision in China

食品安全委员会,被称为“九加一”时期;2013—2018年,食品安全监管的主要机构确定为国家食品药品监督管理总局,与之前相比监管力度更强;2018年3月之后,市场监督管理总局正式成立并由其负责食品安全的监管,消除了以往监管模式中各个环节存在壁垒的问题。

虽然中国食品安全监管模式经过不断的完善,在一定程度上控制了中国食品安全事故的发生状况,但并未从根本上有效解决食品安全问题。尤其是在信息化的大数据时代,食品安全相关的社会主体数量大、分布广,食品安全信息碎片化,这也给传统的监管模式带来了巨大的困难。目前中国食品安全的监管主要依靠政府部门来完成,存在监管手段传统单一的问题,通常是采取人工监管和以罚代管的手段,并且人工监管成本高、监管效率低。

1.2 大数据下的食品安全监管

当今社会的信息化水平越来越发达,随之而来的是各个领域的信息也呈指数式增长,各个社会个体也都有机会接触到海量的信息。但是信息不对称,导致大众对食品安全的相关信息越加关注。运用大数据实现对食品安全监管的优化是目前提高监管质量、解决民生问题的重要方向。其中最基本的是要从海量数据中筛选有效信息并进行整合,从而根据整体趋势预测问题,做到食品安全事故的“未发先预”^[5]。

美国政府作为全球范围内对食品安全监管力度最大的机构,在各个时期制定的食品监管政策也较为灵活,处于领域发展的引领地位。早在2009年,美国开发了商品召回查询系统,消费者可以通过网站查询到食品召回的实时信息,监管部门在检查过程中如果发现存在安全隐患,也会强制召回^[6]。2014年,美国发布了基于美国食品药品监督管理局(FDA)数据共享平台的Open FDA,

该项目是使用以用户为中心的设计流程所创建的,实现了食品数据的公开和交换,并且能够根据数据发掘深层次的信息,有效遏制食品安全事故的发生^[7]。

由表1可知,与中国的传统监管模式相比,运用大数据进行食品安全监管存在非常明显的优势。总的来说,运用大数据进行监管,不仅能够确保每一个问题食品的追根溯源;同时也有利于监管部门通过大数据进行提前预警和精准监管。

2 数据挖掘:食品安全风险的预警

2.1 食品数据的采集与信息共享

在食品安全监管领域运用大数据相关技术,最核心的是通过数据挖掘的方法消除数据与知识之间的鸿沟,使数据以知识的形式体现。基于数据挖掘所得信息的有效性和前瞻性特点,可以根据以往的信息对未来可能的食品安全隐患时间进行预测,开展有效的预防管理措施。欧美一些发达国家在数据挖掘的运用方面较中国更加成熟,尤其是在食品数据的采集、整合与共享环节都非常规范和成熟。美国在2011年已构建了食品安全监管的网络体系,其下属的5个机构协同进行监管(见图2)。

在食品安全数据方面,欧美以及日本等发达国家的开放程度较高,能够保证相关数据对成员单位及社会大众等持续开放。尤其是美国基于搜索的应用程序Open FDA开发后,食品生产企业、公众、专家、媒体等社会各界都可以进行食品数据、检测报告的检索和使用。据统计^[8],截止到2017年,在Open FDA上注册的用户已高达13 000多个。许多软件在开发时也尽可能与Open FDA相链接,为用户提供全面、便捷的食品相关报告与检索服务。Open FDA数据库的开放使公众更直接地参与食品监管活动中,在调动社会各界参与食品监管积极性的同时,也提升了全面监管的效率和质量。Open FDA项

表1 传统监管模式与大数据监管模式的对比

Table 1 Comparison between traditional supervision mode and big data supervision mode

项目	传统监管模式	大数据监管模式
力度	政府主导,大众被动接受	大众参与,相互协调
信息	信息闭塞,脱离群众	信息公开透明
时间	事后监管,普遍滞后	动态跟踪,提前预测
成本	人工监管,成本巨大	互联网监管,成本较低

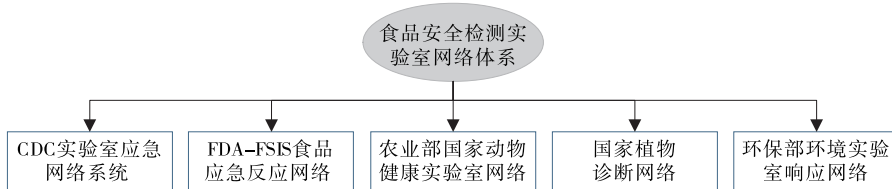


图2 美国食品安全监管的网络体系

Figure 2 The network system of food safety supervision in the United States

目由开放的数据(原始数据下载)、开放的源代码(可检索的、开放的应用程序编程接口)和开放的社区(技术文档和应用实例的交流平台)3部分组成,最终的产品是形成第三方开发的手机软件。Open FDA 项目基于云平台技术,可自动实时数据更新;数据获取方式分为网页和应用程序编程接口 2 种。在建立数据共享平台的基础上,一方面 FDA 开发手机软件加强信息交流,进行有效的数据交换并探索公共网络数据的开发;另一方面,企业与研究机构利用 FDA 的开放数据,创造性地开发了数据的商业价值和研究价值。

2.2 基于神经网络的数据挖掘方式

各食品监管部门的职能不同,因此建设了很多业务系统,使食品监管部门的监管效率大幅提升。但对于积累的大量类型多样的食品监管数据,只有很少一部分被开发利用。构建基于 BP 神经网络食品安全预警模型,能够有效识别、记忆、预测食品安全监测得到的日常数据中的危险特征,这对于食品安全监管来说能够从源头规避危险因素。数据挖掘作为一种新型的技术,所挖掘到的信息具有前瞻性。传统的数据分析会忽视一些潜在信息,而通过数据挖掘技术能够透过事件的表象发现隐藏在背后的细节,从而找到潜藏的规律,以及看似无关事物之间背后的联系,用此来对未来的事件进行预测。数据挖掘作为一个发展平台,后续对机器学习的研究也为数据挖掘的发展提供了工具,二者之间的关系如图 3 所示。

人工神经网络(ANN)是数据挖掘领域的一种重要工具,在一定程度上受到了生物神经网络的启发,是由一系列简单单元相互密集连接构成,网络中的每一个单元有一定数量的实值输入,并产生单一的实数值输出。神经网络能够有效地学习数据中的错误,通过大批次地训练寻找隐藏的潜在规律^[9]。随着研究的不断深入和应用领域的不断扩大,人工神经网络已经发展至近 10 种^[10]。ANN 不需要有非常确切的输入与输出间的假设关系,并且网络内各单元的权值通过自身的训练即可得到。

对于食品安全检测数据而言,检测指标较多,而人工神经网络在面对这样数据量大的情况时,随着训练集的增加,分类器也越准确。尤其是 BP 神经网络本身具有较高的容错性,自动修正误差的能力强,通过将食品信息数据输入 BP 神经网络中,进行数据运行、调整等一系列过程,实现对食品质量安全的评价。即便是面对食品信息

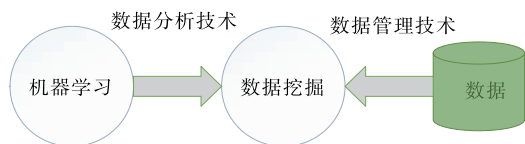


图 3 数据挖掘与机器学习之间的关系

Figure 3 The relationship between data mining and machine learning

采集过程中存在的数据不完整情况,BP 神经网络也可以从现有的部分数据中学习潜在规律,并通过自身的权值调整进行规律学习,从而构造出健壮的模式。

BP 神经网络的学习过程包括向前计算和误差反向传播两个过程。向前计算时,从输入层开始对输入逐级计算,最终传向输出层;当输出层未得到预期输出时,则开始进行误差反向传播,逆向逐级对网络中各层的权值进行调整,到达输入层后再开始向前计算过程^[11]。BP 神经网络的两个过程反复进行,直至网络误差最小时完成整个学习过程。BP 神经网络的经典结构如图 4 所示。

在 BP 神经网络中,输入层的节点数由影响因素决定,文中讨论的是食品安全监管,因此输入的节点即为食品安全检测的所有指标,采用评价等级数值作为输出。隐含层节点数的确定依据“满足精度条件的同时使网络结构尽量紧凑,减小误差”。文中建立的 3 层 BP 神经网络,根据输入变量,选择双曲对数函数 tansig 为输入层与隐层间的传输函数,线性函数 purelin 为隐层与输出层间的传输函数,使用批量训练方法进行权值调整。

实际应用中,将已有的食品检测数据作为输入,将其对应的食品安全风险系数作为输出,进一步训练 BP 神经网络完成函数的最优拟合,最终实现预测某类食品在之后多个监管周期内的风险系数,提前发出预警。

2.3 中国食品安全监管的对策建议

在大数据监管的新体系下,中国传统的食品监管模式已无法适应日益复杂的食品链路环境,对于食品安全的监管也应与时俱进,结合大数据不断进行优化。借鉴国外的经验,中国在食品监管方面应充分利用新一代信息技术,实现智能化的监管流程。作为智能技术的研发者,首先应将数据挖掘技术的应用流程在相关部门进行说明,通过前期应用数据证实其在食品安全风险监控中的有效性。其次,对于实际应用效果进行实时统计分析,了解监管部门的政策及需求,不断对神经网络结构进行优化,以应对数据类型不断丰富食品安全数据信息。

(1) 政府应当完善综合数据库的建设,将碎片化信息整合起来,实现各部门之间数据的整合与共享,最终形成一个大型数据库。在此过程中,政府可以发挥激励企业、流通方主动提交食品数据的职能,进而整合各个监管主

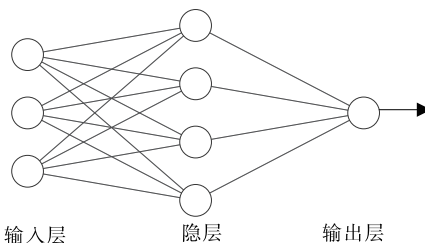


图 4 BP 神经网络结构经典结构

Figure 4 Classic structure of BP neural network

体的信息。

(2) 监管部门应做到主动公开食品数据库的信息,为社会大众提供便捷的数据检索服务,促进食品安全监管的全民参与。也只有政府真正做到数据公开共享,才能推进数据的有效应用。此外,借鉴欧洲食品安全局(EFSA)利用数据制定了行业风险识别的经验,中国也需要充分运用大数据技术构建一套系统的食品安全事故风险识别系统,并及时通报相关安全隐患。

总的来说,食品安全监管涉及生产、加工、流通、销售等一系列复杂的过程,利用大数据对海量的食品安全相关数据进行挖掘和分析,探究其中的规律,为科学有效地监管提供依据。通过与数据共享、云平台等信息技术相结合,对食品大数据进行创新化的规范整合,打造数据标准化。

3 结论

大数据时代的来临为各个行业的发展提供了更多的可能性。对于食品安全问题来说,关系到最基础的民生问题,在这一领域应用大数据技术,能够形成多中心共同治理的食品安全监管模式。以大数据为基础的食品安全监管模式结合互联网技术,使食品安全信息能够在数据中心整合,进而再通过更深入的数据挖掘对潜在规律进行探究,强化了食品监管的针对性,提高了对食品安全事故的预警能力。

参考文献

- [1] 罗辉. 中国食品安全监管的问题审视与机制向度[J]. 食品与机械, 2019, 35(8): 100-103.
- [2] GAO Yuan-zhao, CHEN Xing-yuan, DU Xue-hui. A big data provenance model for data security supervision based on PROV-DM model [J]. IEEE Access, 2020, 8: 38 742-

- 38 752.
- [3] 白宝光, 朱洪磊, 范清秀. BP神经网络在乳制品质量安全风险预警中的应用[J]. 中国乳品工业, 2020, 48(7): 42-45, 57.
- [4] 李树和, 田春雨, 张晓敏. 食品质量安全市场准入制度: QS认证[J]. 中国食物与营养, 2007(5): 10-13.
- [5] LIU Tong-juan, HU An-qi. Model of combined transport of perishable foodstuffs and safety inspection based on data mining[J]. Food and Nutrition Sciences, 2017, 8(7): 760-777.
- [6] 余建斌, 王可山. 食品召回启动时间对召回率的影响研究: 基于美国畜禽食品召回事件的实证分析[J]. 价格理论与实践, 2018(5): 59-62.
- [7] KASS-HOUT T A, XU Z, MOHEBBI M, et al. Open FDA: An innovative platform providing access to a wealth of FDA's publicly available data[J]. Journal of the American Medical Informatics Association, 2016, 23(3): 596-600.
- [8] LAWAL O D, MOHANTY M, ELDER H, et al. The nature, magnitude, and reporting compliance of device-related events for intravenous patient-controlled analgesia in the FDA Manufacturer and User Facility Device Experience (MAUDE) database[J]. Expert Opinion on Drug Safety, 2018, 17(4): 347-357.
- [9] 刘威, 刘尚, 周璇. BP神经网络子批量学习方法研究[J]. 智能系统学报, 2016, 11(2): 226-232.
- [10] 邓羽翔, 罗诚, 李东亮, 等. 基于BP神经网络的烟叶醇化感官质量仿真模拟[J]. 食品与机械, 2020, 36(3): 167-171.
- [11] TRIFIRÒ G, SULTANA J, BATE A. From big data to smart data for pharmacovigilance: The role of healthcare databases and other emerging sources[J]. Drug Safety, 2018, 41(2): 143-149.

(上接第18页)

品及其包装可能成为远距离跨境运输携带并传播新冠病毒的载体,因此疫情防控要着重加强关口前移,在强化源头控制的同时,相关食品生产经营者应严格落实疫情防控主体责任,做好“人”“物”同防。

热点九: 诺如病毒

——导致食源性疾病的“惯犯”

解读专家: 陈颖, 中国检验检疫科学研究院副院长兼总工程师; 李凤琴, 国家食品安全风险评估中心微生物实验室主任

诺如病毒是引发人类感染性腹泻的主要病原之一, 流行具有明显的季节性。诺如病毒虽然有很强的感染性且传播途径广泛, 但引发的感染属于一种自限性疾病。专家建议: 保持良好的卫生和饮食习惯是预防和控制诺如病毒感染最有效的措施; 发现疑似病例要及时上报, 加强感染者的治疗和管理; 加强食品生产经营单位从业人

员的监督管理。

热点十: 食物过敏

——被忽视的食品安全“隐形杀手”

解读专家: 吴永宁, 中国食品科学技术学会食品真实性与溯源分会理事长、国家食品安全风险评估中心技术总师; 陈红兵, 南昌大学中德联合研究院院长、南昌大学食品科学与技术国家重点实验室教授

食物过敏是一个全球性的食品安全和严重的公共卫生问题, 目前避免摄入致敏物质是防治食物过敏的唯一有效途径, 实施食品致敏物质标签制度是避免食物过敏的有效措施。当前, 中国迫切需要基于中国人群流行病学调查确定过敏食物清单, 通过多学科协同创新以应对中国人群食物过敏问题。消费者应增强对食品包装上致敏物质标示认识, 避开食用会导致自己过敏的相关食品。

(中国食品科学技术学会秘书处 供稿)