

基于食品安全追溯系统平台的食品安全关键要素 数据分析系统的研究与探索

林勇湫¹, 蔡小鹏²

(1. 福建出入境检验检疫局; 2. 厦门大学)

摘 要: 当前, 食品安全问题日益严峻, 政府公信力下降, 消费者对食品安全的信任度不断降低, 食品监管部门面临着巨大的压力。如何尽快改善中国食品安全环境, 有效保障中国食品质量安全, 是我们必须集中精力加以研究和解决的课题。当前中国各个职能部门都花费大量金钱和人力建立相关的食品电子追溯系统, 如此众多的电子追溯系统, 是否能够有效运行, 真正取得效果的又有哪一些, 笔者作为多年从事电子追溯系统研发与运用团队的主要成员, 深入思考了追溯系统如何实现有效追溯, 追溯的意义又在何处等一系列问题, 认为要对各个部门已经建立的追溯系统或是追溯平台的数据运用科学的方法进行分析, 架设食品安全关键要素数据分析系统, 有效分析通过追溯系统采集获得的各类数据, 使得追溯系统或追溯系统平台为真正提高企业管理水平、增强政府监管效果、消除消费者不信任感等提供有力数据保障。

关键词: 电子追溯系统; 有效追溯; 追溯关键要素数据分析; 数据挖掘; 3D

当前食品安全问题日益严峻, 政府公信力下降, 消费者对食品安全的信任度不断降低, 食品监管部门面临着巨大的压力。如何尽快改善中国食品安全环境, 有效保障中国食品质量安全, 是我们必须集中精力加以研究和解决的课题。

1 食品安全关键要素数据分析系统建立的背景

为充分体现生产企业主体责任, 福建检验检疫局自 2007 年以来, 在水产、罐头、果蔬、茶叶等多个行业试点运行以企业为主体的食品安全身份追溯系统, 拥有了最直接的企业产品追溯数据并且结合各地分支局对企业长期认证监管的丰富数据。因此, 充分运用企业食品安全身份追溯系统和认证监管过程中的数据, 项目人员研究并探索运用先进的数据挖掘技术和算法, 结合关键要素数据分析工具和技术, 运用认证认可方法, 进行“基于食品安全追溯系统平台的食品安全关键要素数据分析系统的研究和

实现”课题研究, 为今后可能出现的食品安全问题, 提供有效的食品安全关键要素数据分析, 进而为政府和食品监管部门提供决策支持服务。

2 关键要素数据分析系统研究和建立的重要意义

2.1 对如何建立适合我国食品安全现状的追溯系统有重要的借鉴意义

目前的食品追溯系统多是单一企业的产品追溯, 以物流追溯为主, 这是十分片面和不完整的。《出口食品生产企业安全卫生要求》(国家认监委 2011 年第 23 号公告)第二条(三)“保留食品链的食品安全信息, 保持产品的可追溯性;”和第三条(四)“建立并有效执行产品追溯系统, 准确记录并保持食品链相关食品安全信息和批次、标识信息, 实现产品追溯的完整性和有效性;”明确提出了追溯必须包含“食品安全信息”这个要素, 因此, 福建检验检疫局研究人员研究运用先进的电脑技术, 将食品安全追溯与监管数据进行充分挖掘, 建立起分布式追溯系统, 提供横向追

*作者简介: 林勇湫: 男, 长期从事出口食品安全监督管理工作。

溯与纵向追溯灵活结合的方式,为如何建立适合我国食品安全现状的追溯系统提供试点示范和借鉴作用。

2.2 增强决策分析和预警功能。

运用先进的数据挖掘算法和数据可视化 Miner3D 技术,凭借其强大的数据处理功能、海量的存储能力和 3D 立体展示效果,充分挖掘出数据中体现我国食品安全追溯中存在的普遍问题,让决策者和管理者能在第一时间读取最关键的数据信息和未来发展的趋势走向,为应对并解决食品安全问题争取宝贵的时间和提供解决方法。

2.3 增强企业自身食品安全管理控制水平,提升企业品牌形象,为企业实现透明化生产提供有力工具。

食品安全关键要素数据分析系统将依据企业提供自身的历史数据,通过分析企业内部食品安全的追溯要素数据和监管企业过程中监管机构发现的问题,提炼出应对企业出现各类食品安全问题的解决方法并加以持续改进,对企业提升食品安全管理水平有重大的指导意义。食品企业可以在更短的时间内更新和完善质量安全的关键控制环节,实现企业快速响应,提升企业市场竞争力,同时可以将生产与管理进行展现,实现生产的透明化,展示企业高标准的质量安全控制水平,提升消费者对企业的信任度,提高产品的市场占有率。

2.4 增强政府监管机构的服务职能,降低监管成本。

监管部门不再以单纯的监管为目的,而是通过这个项目研究结果的实现,将监管的结果和历史数据加以收集、整理、分类、分析,形成有效的监管思路,为企业提供有效的帮助,帮助其提升企业的管理水平,更好地为企业提供服务。通过该项目研究,有效改进传统的食品安全监管模式,监管部门可以通过互联网的方式,以点概面,实时、便捷地监管企业生产安全控制状况,提升监管的工作效率,降低监管的成本。

2.5 有效提升认证监管一线人员素质,为一线人员提供宝贵的“知识库”。

该分析系统能有效促进质检部门一线监管人员评审技术和能力的学习和提高,为监管人员提供很好的学习机会和交流平台,并且能够为监管人员提供最佳辅助,在较短时间内分析问题所在,为提供有

效解决或提出解决方案提供技术依据和量化指标,并作为监管部门改进工作方式的目标方向,以及作为认证监管人员培训和学习的重点素材。

3 食品安全关键要素数据分析系统运用的技术手段和方法

本论文所研究和探索的“食品安全关键要素数据分析系统”是基于 GAP、HACCP、ISO9001、SSOP、GMP 等控制体系的要求,采用计算机软硬件技术、数据可视化技术、数据挖掘免疫遗传算法和 LBT(Linear-Bushy-Tree)树优化查询相结合的算法、GPS 导航和 VML 矢量动态绘图等关键技术,以原料基地管理、加工管理、销售管理和监管数据基础,通过网络数据库交互,最终形成功能完善、高效安全、应用便捷的基于食品安全追溯系统平台的“食品安全关键要素数据分析系统”,实现各类食品加工企业、官方监管部门、消费者可通过不同的访问终端获取产品的可追溯信息,实现对三者之间信息的采集和分析。

3.1 基础数据均运用食品安全的相关体系规定要求完成和采集

“出口食品安全追溯与监管关键要素数据分析决策”是根据 ISO、HACCP(危害分析和关键点分析系统)、GAP(良好农业规范)、GMP(良好操作规范)、SSOP(卫生标准操作程序)等相关体系的可溯源性原理和监管方法对数据进行分析 and 决策。

3.2 关键要素数据分析系统采用一系列计算机软硬件技术解决数据采集和分析问题

3.2.1 运用 Ajax 无刷新技术实现快速反应和良好的用户体验

传统的 Web 应用在前后两个页面中的大部分 HTML 代码往往是相同的,由于每次应用的交互都需要向服务器发送请求,应用的响应时间就依赖于服务器的响应时间,这导致了用户界面的响应比本地应用慢的多^[4]。Ajax 技术仅向服务器发送并取回必需的数据,它使用 SOAP 或其它一些基于 XML 的 web service 接口,并在客户端采用 JavaScript 处理来自服务器的响应,从而实现服务器和浏览器之间交换的数据大量减少,关键要素数据分析系统能获得更快的数据查询相应速度^[5]。同时很多的处理工作可以在发出请求的客户端机器上完成,使得 Web 服务器的处理时间也减少了,为食品安全追溯系统的大

量的数据交互提供更快的速度支持。

3.2.2 运用数据挖掘技术算法, 主要采用免疫遗传算法以及一种基于 LBT(Linear-Bushy-Tree)树的数据库查询优化技术有效应对追溯平台采集的基础数据

免疫遗传算法是受生物免疫系统原理的启发, 在基本遗传算法的基础框架上, 利用求解问题特征对遗传算法的种群进行疫苗接种, 并保留最优个体作为记忆细胞, 以提高搜索速度。从源头到餐桌复杂的全过程管理中, 分批次分过程均包含有众多的数据信息资料, 在海量的信息资料中要实现快速追溯、查询, 需要采用数据库的优化查询技术。本关键要素数据分析系统运用了免疫遗传算法进行食品追溯系统数据库进行优化。在追溯系统数据特征的基础上运用免疫遗传算法同时对数据库负载均衡进行优化, 保证了数据库数据查询的通畅。基于 LBT 树的方法它是对基于浓密树(Bushy-Tree)查询优化方法的一种改进, 这种优化方法大大地缩减了查询执行计划空间, 确保了并行查询执行计划的优化性, 达到优化数据库查询速度的目标。

3.2.3 运用关联规则挖掘的 Apriori 算法和 FP-树频集算法的数据挖掘技术优化分解食品安全关键要素数据分析系统中的安全关键因子。

本关键要素数据分析系统同时采用了充分数据挖掘技术用于关键要素数据分析系统, 主要采用关联规则挖掘的 Apriori 算法和 FP-树频集算法。Apriori 算法将发现关联规则的过程分为两个步骤: 第一步通过迭代, 检索出事务数据库中的所有频繁项集, 即支持度不低于用户设定的阈值的项集; 第二步利用频繁项集构造出满足用户最小信任度的规则; FP-树频集算法是通过第一遍扫描用户输入的追溯号之后, 把数据库中的频集压缩进一棵频繁模式树(FP-tree), 同时依然保留其中的关联信息, 随后再将 FP-tree 分化成一些条件库, 每个库和一个长度为 1 的频集相关, 然后再对这些条件库分别进行挖掘。当原始数据量很大而复杂时, 结合划分的方法, 使得一个 FP-tree 可以放入主存中, 通过该方法分解用户交互界面中输入带有相关规则复杂的追溯号。通过上述两种算法, 系统成功匹配数据库中的相关联数据并智能化集成, 生成安全关键要求的信息动态页面, 高效率全面的分析追溯信息。

3.2.4 运用 BIRCH 聚类算法将从食品追溯系统平台中采集的数据进行有效分类

BIRCH 一种聚类算法, 其全称为 “Balanced Iterative Reducing and Clustering using Hierarchies^[7]”, 是一个综合的层次聚类特征(Clustering Feature, CF)和聚类特征树(CF Tree)两个概念, 用于概括聚类描述。聚类特征树概括了聚类的有用信息, 并且占用空间较元数据集合小得多, 可以存放在内存中, 从而可以提高算法在大型数据集合上的聚类速度及可伸缩性并提高汇总数据的良好分类效果。

BIRCH 算法包括以下两个阶段:

(1)扫描数据库, 建立动态的一棵存放在内存的 CF Tree。如果内存不够, 则增大阈值, 在原树基础上构造一棵较小的树。

(2)对叶节点进一步利用一个全局性的聚类算法, 改进聚类质量。

由于 CF Tree 的叶节点代表的聚类可能不是自然的聚类结果, 原因是给定的阈值限制了簇的大小, 并且数据的输入顺序也会影响到聚类结果。因此需要对叶节点进一步利用一个全局性的聚类算法, 改进聚类质量, 从而提高汇总数据的良好分类效果。

3.2.5 运用 3D 技术的生动再现数据分析结果:

可视化 OLAP;

- Excel、PowerPoint 即时连接;
- Dynamic Filter 数据动态过滤/分析;
- Trellis Charts 特雷利斯图表;
- Principal Component Analysis (PCA)主成分分析;
- Kohonen 组织映射; 数据压缩/集群处理;
- Chemical structures plugin 定址数据集;
- K-means clustering K-均值聚类分析(图 1);

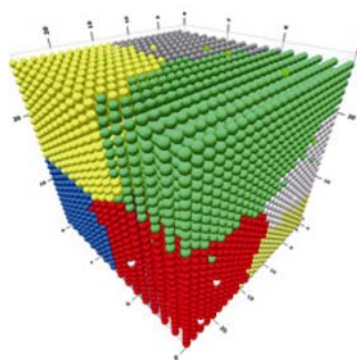


图 1 K-means clustering K-均值聚类^[6]

4 食品安全关键要素数据分析系统功能设计与总体效果图

4.1 “食品安全关键要素数据分析系统”的系统功能

4.1.1 管理中心系统

负责系统的日常运营管理,包括用户管理,追溯系统信息审核,查询者意见处理、门户网站管理。

4.1.2 企业端食品安全追溯系统和数据决策分析子系统

包含企业端追溯数据采集子系统,企业内部产品身份追溯展示平台。企业可通过自身追溯模块,定制产品流程,定制记录表单,自主录入各关键追溯环节信息,系统自动形成追溯完整链,如产品出现问题并可通过不合格品管理系统和召回系统对问题产品进行快速有效处理,并可授权审核发布对消费者展示的追溯信息,同时可向监管机构或消费者通过门户提交的意见,处理结果自动转发至管理中心系统审核发布。

4.1.3 认证监管数据决策分析子系统

设计对所有入驻企业食品安全身份追溯信息的

查询;实现跨企业跨区域快速追踪追溯,即某一企业产品出现问题,即通过系统查询上游原料或辅料供应商和问题涉及批次,查询同批原料是否流向其他下游企业;通过系统对企业提出预警,要求企业及时处理;发布门户网站通知公告和消费警示;获得通过管理中心系统转发的企业或消费者意见,并将处理结果自动转发至管理中心审核发布。并且包含监管问题知识库:可收集监管部门日常从企业监测的数据、问题、解决方案,并按分类整理,并支持模糊或精确查询。当某一企业出现类似问题,可以快速为技术服务人员或企业提供参考解决方案。

5 结论和建议

近年来我国食品行业的发展取得了举世瞩目的成就,食品总产量连续十多年居世界前列。然而食品质量安全已成为影响我国食品出口贸易,威胁消费者的健康和安全,影响我国经济可持续发展的重大问题。

随着我国社会生产的发展和整体技术的进步,食品质量管理工作正在逐步健全,并参照国际惯例

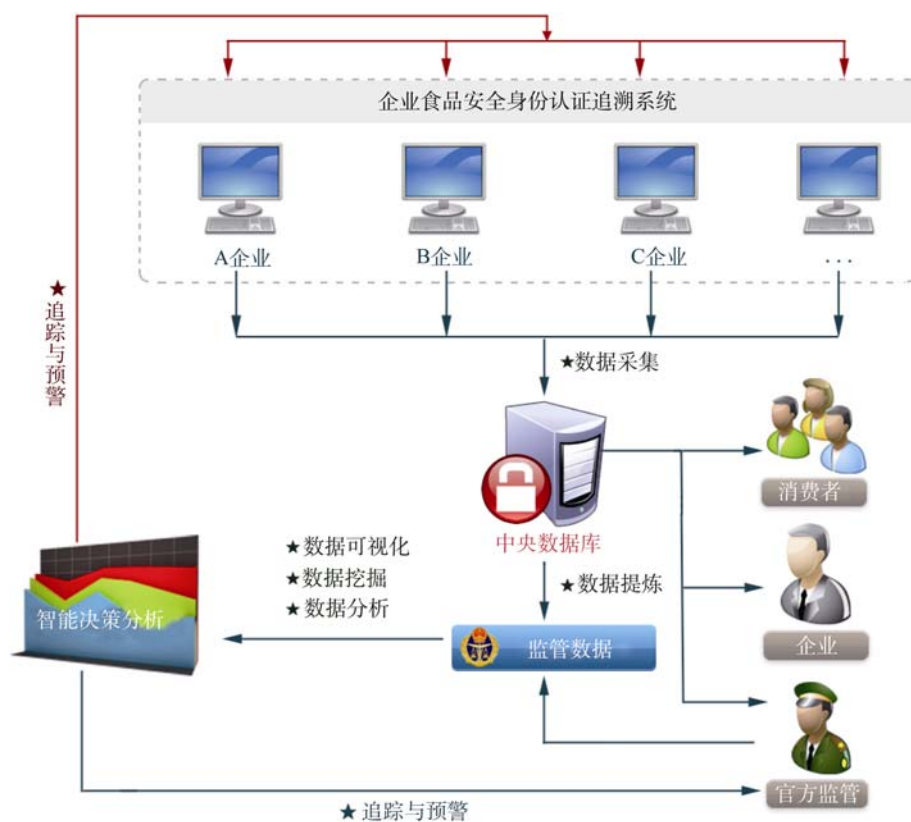


图2 《食品安全关键要素数据分析系统》系统总体设计图

开始实行食品质量认证、产品抽查制度和个别产品的许可制度, 显著促进了某些产品的质量改善^[3]。食品标准化和质量检测机构的建设也正在健全, 已颁布了几十项行业标准, 对提高食品的质量起到了很大的推动作用。随着食品安全研究工作的进行, 先进的质量管理体系的推广与实施, 质量监管力度的加强, 法规体系的健全, 我国食品的质量安全保障体系将更加完善。

食品可追溯体系已被认为是保护消费者权益, 增进食品安全性的有效手段^[1]。虽然我国尚未对食品可追溯性进行立法, 但是我国一些食品出口国家已经通过立法, 要求在其市场上出售的所有食品必须具有可追溯性^[2]。食品企业想要在高度竞争的国际市场上保有一席之地, 就必须未雨绸缪, 建立和实施能为企业带来竞争优势的有效食品可追溯体系, 并保持高效的食品追溯追踪能力和对追溯数据本身的有效分析, 进而有效提高企业食品安全管理水平; 同样, 政府监管部门需要实现食品质量安全大环境的治理, 也需要正确的数据作为依托, 笔者将在追溯数据的

有效性分析上继续研究合适的计算机工具和方式, 结合专家团队的专业知识, 为食品的追溯体系的发展尽一份力量。

参考文献

- [1] 康俊生, 张文斌. 欧盟动物源性农产品安全卫生法规体系对我国的启示[J]. 上海标准化, 2005(4): 39-44.
- [2] 李凯年. 国外食品卫生安全管理动态与发展趋势[J]. 世界农业, 2004 (12): 18-20
- [3] 陈锡文, 邓楠, 等. 中国食品安全战略研究[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004: 3.
- [4] 谢菊芳, 陆昌华, 李保明, 等. 基于 .NET 构架的安全猪肉全程可追溯系统实现[J]. 食品工程学报, 22(6): 218-220.
- [5] 申光磊, 段军彪, 段军彪, 等. 牛肉质量安全可追溯系统网络化管理的实现[J]. 农业工程学报, 23(7): 170-172.
- [6] Miner3D 数据分析软件, 泰瑞数创科技
- [7] Seine K, Kuwabara S, Mikami S, *et al.* Development of the Traceability System which Secures the Safety of Fishery Products using the QR Code and a Digital Signature[J]. OCEANS, 2004, (1):476-481