



农产品供应链与物联网应用研究进展

付娜^{1,2}

(1. 上海财经大学, 上海 200433; 2. 天津农学院, 天津 300381)

摘要:从农产品供应链和物联网的含义入手,分别综述了相关研究者在各自领域中的重要研究成果、物联网在农产品供应链中应用的相关研究成果,同时分析指出未来的主要研究方向,以期对相关领域的研究提供参考。

关键词:农产品供应链;物联网;农业物联网

农业作为国民经济的基础产业,一直是理论界重要研究对象之一。而物联网作为新一代信息技术的重要组成部分,也开始被学者作为重要研究对象。目前国内外关于农产品供应链和物联网应用的研究相对较多,但只是分别在各自的领域中进行研究,将二者结合在一起的研究相对较少,本文在简单总结了农产品供应链和物联网这个基本概念的研究现状之后,重点对物联网在农产品供应链中的应用研究进行综述,以期对相关领域研究应用提供参考。

1 农产品供应链

1.1 农产品供应链的含义

农产品供应链是基于农产品这一特殊产品形成的供应链。随着农产品生产、加工、运输的全球化 and 近些年世界各处自然灾害的不断发生,农产品供应链的研究越来越受到国内外学者的重视。

国内外对农产品供应链的研究主要以实践经验总结、定性分析为主,定量分析和模型构建研究相对较少。而且这些实践研究也大多集中在供应链的组织模式、质量保障、信息管理、风险规避和收益共享管理等方面,随着科技的发展,农产品供应链信息管理方面的研究开始逐步增加。

1.2 农产品供应链信息管理的重要性

由于农产品属于生活必需品,所以产品质量问题是一直备受关注。Poole 等^[1]认为由于农产品的特殊属性,农产品市场的不确定性要高于其它市场,因此,信息管理在农产品供应链领域显得尤为重要。Sakun 和 Flores^[2]指出食品可追溯制

度可以使企业提高对供应方的管理,增加安全和质量控制,在市场中树立某种产品信息的可信性,而这些目标带来的收益可以有效降低销售系统成本,减少食品召回费用。

Duan 等^[3]指出互联网技术快速发展为供应链提供降低成本和服务改进的重要机会,然而互联网技术在农产品供应链,尤其是在鲜活农产品供应链中的应用远远落后于其它行业,并以英国中小企业应用互联网技术为例,对比分析了这些技术在中国农产品供应链中的应用状况,指出中国农产品供应链在运用信息与通讯技术等方面与世界存在的差距。Clements 等^[4]以新西兰农产品供应链为研究对象,通过实地调研一些有关消费者需求、农产品的特征以及农产品供应链绩效间关系等的相关问题,运用实证的分析得出只有当农产品供应链具有很强的信息交换、相对强劲的合作规范、强大的业务联系等特征时才能具有较高的供应链运作效率。

2 物联网

2.1 物联网的含义

物联网(Internet of Things)作为一个专有名词,最早于 1999 年由麻省理工学院(MIT)的 Ashton 教授提出,当时定义的范围比较狭窄,仅指基于射频识别(Radio Frequency Identification, RFID)技术的智能化识别技术^[5]。2005 年信息社会世界峰会上,国际电信联盟(International Telecommunication Union, ITU)正式提出了物联网的概念,扩大了物联网的含义及覆盖范围,将物联网定义为通过二维码识读设备(Qr code read equipment)、RFID 装置(Radio frequency identification)、红外感应器(Infrared Sensor)、全球定位系统(GPS)、激光扫描器(Laser Scanner)等信息传感设备(information sensing equipment),根据约定的协议,通过物品与互联网

收稿日期:2018-08-12

基金项目:天津市哲学社会科学资助项目(TJGL17-021);上海财经大学研究生创新基金资助项目(2015110672);天津市科技发展战略研究计划资助项目(18ZLZXZF00470)。

作者简介:付娜(1979-),女,副教授,博士,从事农业经济、农业金融、农业运营研究。E-mail:64495952@qq.com。

的连接,以交换信息和通信,从而实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络^[6]。2011 年中国工信部发布的物联网白皮书,认为物联网是通信网和互联网的拓展应用和网络延伸,利用感知技术与智能装置对物理世界进行感知识别,通过网络传输互联,进行计算、处理和知识挖掘,实现人与物、物与物信息交互和无缝衔接,达到对物理世界实时控制、精确管理和科学决策目的^[7]。2012 年国际电信联盟又将物联网的定义改进为“信息社会的全球化基础设施,通过现有的和不断发展的信息和通信技术互连技术(包括物理和虚拟)实现基于高级服务”^[8]。

2.2 物联网主要研究方向

Haller 等^[9]将物联网放入多个行业中去分析,包括物联网如何与未来互联网整体相关,以及商业价值在哪里?研究表明,物联网在很多商业领域多可以发挥重要作用,但是也有许多技术挑战需要解决。Bandyopadhyay 等^[10]研究分析了物联网领域的关键技术驱动因素,潜在应用、挑战和未来研究领域,还讨论和比较了来自学术界和工业界不同角度的物联网定义,并对物联网未来研究的一些主要问题进行了简要论述。Stankovic^[11]列举了物联网未来可以研究的 8 个关键研究课题,并讨论了这些主题内的研究问题。

2.3 物联网技术在供应链管理中的应用

物联网的主要技术应用就是射频识别(Radio Frequency Identification,RFID)技术。所以关于物联网在供应链中的应用研究多是围绕着 RFID 技术在供应链中的应用展开的。

Lee 等^[12]通过仿真模型研究如何在拥有制造商和零售商的供应链环境中构建 RFID 技术提高整个供应链的绩效水平,并通过定量分析,证明 RFID 在库存减少和服务水平改进方面的潜在好处。Wang 等^[13]研究指出,将 RFID 技术植入供应链管理系统,不仅可以提高数据获取的准确性,还可以为控制项目构建提供有效的监督管理,提高供应链整体运作效率。Zang 等^[14]指出企业必须加强对事件的灵活响应速度,以应对快速变化的市场带来的挑战,而 RFID 技术的使用,可以完善企业信息处理和质量管理体系,提高企业响应速度。Szmerekovsky 等^[15]在考虑了非 RFID 系统中的货架空间断尾需求的基础上,对比分析了由单一制造商和单一零售商组成的供应链中使用 RFID 和不使用 RFID 进行库存管理(vendor managed inventory,VMI)的影响,分别从制造

商、零售商和整个系统角度分析最优策略选择,并强调了货架空间可用性和标签成本在确定 RFID 盈利能力方面的重要性,同时强调,一旦确定了 RFID 实施的可变成本和收益,就应该直接根据 RFID 实施的固定成本进行选择权衡。Thiesse 等^[16]在引入 RFID 对货架信息的影响,并在考虑了不完全读取率和技术特定成本的基础上,分析了 RFID 技术经济效率,研究表明 RFID 技术选取必须考虑不同成本和时间之间不同的敏感率,以及需求率和读取率的影响。

3 物联网在农产品供应链中的应用

目前,国内外对物联网在农产品供应链中的应用研究多集中在农产品信息追溯系统的构建和供应链整体运营效率提高等方面,现对此方面的研究进行概述。

3.1 农产品信息追溯系统构建

Regattieri 等^[17]比较了条码技术和 RFID 技术的相对优缺点,分析了 RFID 在农产品追溯系统中的具体应用方式。Mangina 等^[18]研究表明 RFID 可以有效降低食品供应链的产品召回率以及其产生的副作用,减少库存,减少牛鞭效应,改善沟通,以及实现链条协调。Bernardi 等^[19]设计了基于 RFID 技术和公共密钥的农产品信息管理系统,实现了农产品供应链中的产品信息追溯。望勇等^[20]介绍了 RFID 的工作原理,并分析了 RFID 技术在动物溯源与健康监测、精细农业和流通中的应用中所面临的问题,并对 RFID 技术在农产品质量安全监控的进一步应用提出了一些建议。Kumar 等^[21]指出,1999-2003 年,美国食品和药物管理局报告了 1 307 次加工食品召回事件,其中大部分是可避免的,通过使用预防措施,包括 HACCP(hazard analysis and critical control point)和 RFID,可以有效降低产品召回率。Martinez 等^[22]研究食品供应链中如何应用基于 RFID 技术的信息系统跟踪包装容器,该研究中涉及的包装容器是指可以在食品生产环节、仓储环节及零售环节的全生命周期中被重复利用的一站式包装单元。Yan^[23]认为农业信息管理技术作为农业信息技术(Agricultural information technology,AIT)一个重要子技术,直接影响农业信息化的程度和农业生产决策的效率,该文在介绍农业信息管理的概念和分析农业数据特征的基础上,详细讨论了智能农业信息管理系统的设计方法和结构,最后介绍了农业生产系统的实现示例。

Li^[24]认为建立可追溯系统对农产品的绿色供应链管理至关重要,而物联网的发展则为可追溯系统的建立提供技术保障,代表着未来信息农业发展的方向。刘东红^[25]简介了无线射频识别标签(RFID)和无线传感器网络(WSN)的原理和技术,并较全面地分析归纳了近年来这些技术在食品、农产品的生产监控、安全监管及供应链的溯源与追踪等领域的应用研究现状。颜波等^[26]提出了基于RFID的农产品物联网供应链信息共享模型,给出物联网环境下农产品供应链跟踪和追溯的设计,以及静态信息查询和动态信息查询两种方法,对建立农产品信息追溯系统,确保农产品安全有较好的指导意义。

3.2 供应链整体运营效率提高

Zhao等^[27]基于农业生产的实际情况,研究如何将物联网技术中的网络控制和信息集成技术应用到农产品供应链中,构建由互联网和无线通信技术整合在一起的远程监控系统,用来收集农业数据为农业产业发展提供保障。Gu等^[28]将物联网引入鲜活农产品供应链管理,提出物联网在鲜活农产品供应链中完善产品监控,严格控制食品安全源和构建管理信息系统等3个具体应用,指出物联网的应用可以提高供应链整合水平,降低供应链管理成本,提高供应链效率。Zhang^[29]指出高效供应链管理是提高鲜活农产品企业竞争力的关键,而物联网的出现为农产品供应链管理带来了新的机遇。Zhang认为目前关于物联网的理论研究与实际应用之间还存在很大的差距,特别是在中国,有关物联网的大部分文献仍然停留在对物联网含义讨论及其应用的一般介绍层面上,但随着相关技术的发展和理论研究的深化,物联网必将在未来的鲜活农产品供应链的中发挥积极作用。颜波等^[30]指出将物联网技术应用到农产品供应链,在提升农产品供应链的价值和降低传统供应链风险的同时也带来了新的风险,因此,通过使用OWA算子对风险因素进行定量分析与排序,提出了物联网环境下的提高农产品供应链整体运作效率,降低管理与控制风险的相关建议。Wang等^[31]建立了一个基于物联网的农业生产供应链流程模型,并分析了物联网在农业供应链中的功能和效用。Pang等^[32]提出一个以价值为中心的商业技术联合设计框架,将物联网应用到农业供应链中,构建了保质期预测、精确农业和保证成本三重信息融合架构,提供农业供应链运作效率,随着研究的深化,IoT必将在未来的农产品供

应链的中发挥积极作用。

4 结语

综上所述,现有基于物联网视角对农产品供应链协调问题研究还有明显不足和改进空间,主要体现在两个方面。

第一、虽然关于农产品供应链管理的研究相对较多,但通过系统建模的方式对农产品供应链协调问题进行研究相对较少,即使有少部分文献以建模的方式从需求预测、生产计划、存货管理和运输管理等方面探讨降低农产品损耗率的解决方法,但并没有涉及到物联网应用。

第二、将物联网引入农产品供应链的研究,也只是从物联网技术对农产品质量追溯系统的构建或者是对整个农产品供应运营成本的降低、效率的提高等方面分析,但是这些研究均没有考虑投资物联网技术后,如何进行信息共享、成本分摊以及利润分配等问题。可以说从投入成本、信息共享和收益共享角度进行农产品供应链协调的研究几乎没有,这方面的研究应该是后续研究的重点。

参考文献:

- [1] Poole N D, Francisco J, Igual J F, et al. Formal contracts in fresh produce markets [J]. Food Policy, 1998, 23 (2): 131-142.
- [2] Byrne D. The regulation of food safety and the use of traceability/Tracing in the EU and USA: Convergence or divergence [C]. Speech to Food Safety Conference, Washington, DC, 2004.
- [3] Duan Y, Xu X, Liu X, et al. Accelerating internet adoption in China's fresh produce supply chain: a VEGNET approach[J]. New Zealand Journal of Agricultural Research, 2007, 50(5): 1299-1305.
- [4] Clements M D, Lazo R M, Martin S K. Relationship connectors in NZ fresh produce supply chains [J]. British Food Journal, 2008, 110(4/5): 346-360.
- [5] Sarma S, Brock D L, Ashton K. The networked physical world[R]. Auto-ID Center White Paper MIT-AUTOID-WH-001, 2000.
- [6] International Telecommunication Union. ITU Internet Reports 2005; The Internet of Things[R]. Geneva: ITU, 2005.
- [7] 工信部电信研究院. 物联网白皮书(2011)[J]. 中国公共安全, 2012(3): 148-152.
- [8] ITU-T Study Group. New ITU standards define the Internet of Things and provide the blueprints for its development[Z]. 2012.
- [9] Haller S, Karnouskos S, Schroth C. The internet of things in an enterprise context [C]//Future Internet Symposium. Springer, Berlin, Heidelberg, 2008: 14-28.
- [10] Bandyopadhyay D, Sen J. Internet of things: Applications and challenges in technology and standardization[J]. Wireless Personal Communications, 2011, 58(1): 49-69.

- [11] Stankovic J A. Research directions for the internet of things[J]. IEEE Internet of Things Journal, 2014, 1(1): 3-9.
- [12] Lee Y M, Cheng F, Ying T L. Exploring the impact of RFID on supply chain dynamics[C]// Simulation Conference, 2004. Proceedings of the. IEEE, 2004: 1145-1152.
- [13] Wang L C, Lin Y C, Lin P H. Dynamic mobile RFID-based supply chain control and management system in construction[J]. Advanced Engineering Informatics, 2007, 21(4): 377-390.
- [14] Zang C, Fan Y. Complex event processing in enterprise information systems based on RFID[J]. Enterprise Information Systems, 2007, 1(1): 3-23.
- [15] Szmerekovsky J G, Zhang J. Coordination and adoption of item-level RFID with vendor managed inventory[J]. International Journal of Production Economics, 2008, 114(1): 388-398.
- [16] Thiesse F, Buckel T. A comparison of RFID-based shelf replenishment policies in retail stores under suboptimal read rates[J]. International Journal of Production Economics, 2015, 159: 126-136.
- [17] Regattieri A, Gamberi M, Manzini R. Traceability of food products: General framework and experimental evidence[J]. Journal of Food Engineering, 2007, 81(2): 347-356.
- [18] Mangina E, Vlachos I P. The changing role of information technology in food and beverage logistics management: beverage network optimisation using intelligent agent technology[J]. Journal of Food Engineering, 2005, 70(3): 403-420.
- [19] Bernardi P, Demartini C, Gandino F, et al. Agri-food traceability management using a RFID system with privacy protection[J]. Advanced Information Networking and Applications, 2007(5): 68-75.
- [20] 望勇, 夏宁, 李泽, 等. 射频识别技术及在农产品质量安全中的应用[J]. 广东农业科学, 2008(3): 84-87.
- [21] Kumar S., Budin E. M. Prevention and management of product recalls in the processed food industry: a case study based on an exporter's perspective[J]. Technovation, 2006, 26(5): 739-750.
- [22] Martínez-Sala A S, Egea-López E, García-Sánchez F, et al. Tracking of returnable packaging and transport units with active RFID in the grocery supply chain[J]. Computers in Industry, 2009, 60(3): 161-171.
- [23] Yan-e D. Design of intelligent agriculture management information system based on IoT[C]// Intelligent Computation Technology and Automation (ICICTA), 2011 International Conference on. IEEE, 2011, 1: 1045-1049.
- [24] Li L. Application of the internet of thing in green agricultural products supply chain management[C]// Intelligent Computation Technology and Automation (ICICTA), 2011 International Conference on. IEEE, 2011, 1: 1022-1025.
- [25] 刘东红, 周建伟, 莫凌飞. 物联网技术在食品及农产品中应用的研究进展[J]. 农业机械学报, 2012, 43(1): 146-151.
- [26] 颜波, 向伟, 冉泽松, 等. 基于 RFID 的农产品物联网供应链信息共享[J]. 科技管理研究, 2012, 32(7): 109-112.
- [27] Zhao J, Zhang J, Feng Y, et al. The study and application of the IOT technology in agriculture[C]// Computer Science and Information Technology (ICCSIT), 2010 3rd IEEE International Conference on. IEEE, 2010, 2: 462-465.
- [28] Gu Y, Jing T. The IOT research in supply chain management of fresh agricultural products[C]// Artificial Intelligence, Management Science and Electronic Commerce (AIMSEC), 2011 2nd International Conference on. IEEE, 2011: 7382-7385.
- [29] Zhang F. Research on applications of Internet of Things in agriculture[M]. Informatics and Management Science VI. Springer London, 2013: 69-75.
- [30] 颜波, 石平, 丁德龙. 物联网环境下的农产品供应链风险评估与控制[J]. 管理工程学报, 2014(3): 196-202.
- [31] Wang X, Liu N. The application of internet of things in agricultural means of production supply chain management[J]. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 2014, 6(7): 2304-2310.
- [32] Pang Z, Chen Q, Han W, et al. Value-centric design of the internet-of-things solution for food supply chain: value creation, sensor portfolio and information fusion[J]. Information Systems Frontiers, 2015, 17(2): 289-319.

Research Progress on Agricultural Products Supply Chain and Internet of Things

FU Na^{1,2}

(1. Shanghai University of Finance and Economics, Shanghai 200433, China; 2. Tianjin Agricultural University, Shanghai 300381, China)

Abstract: This paper started with the meaning of the agricultural product supply chain and the internet of things. Firstly, it summarized the important research results of relevant researchers in their respective fields, then reviewed the relevant research results of the internet of things in the agricultural product supply chain, and finally analyzed the main research in the future. Directions, with a view to providing reference for research in related fields.

Keywords: agricultural product supply chain; internet of things; agricultural internet of things