

Challenges and Opportunities of Big Data Analytics Based on Supply Chain Management

Lina Ma*, Yushen Du, Shanshan Liu

Business School of Jilin University, Changchun Jilin
Email: 109223193@qq.com

Received: May 9th, 2019; accepted: May 23rd, 2019; published: May 30th, 2019

Abstract

Despite the variety of supply chain management (SCM) research, little attention has been given to the use of Big Data Analytics for increased information exploitation in a supply chain. The purpose of this paper is to contribute to theory development in SCM by investigating the potential impacts of Big Data Analytics on information usage in a corporate and supply chain context. As it is imperative for companies in the supply chain to have access to up-to-date, accurate, and meaningful information, the exploratory research will provide insights into the opportunities and challenges emerging from the adoption of Big Data Analytics in SCM. Although Big Data Analytics is gaining increasing attention in management, empirical research on the topic is still scarce. Due to the limited availability of comparable material at the intersection of Big Data Analytics and SCM, the authors apply the Delphi research technique to portray the emerging transition trend from a digital business environment. The presented Delphi study findings contribute to extant knowledge by identifying 43 opportunities and challenges linked to the emergence of Big Data Analytics from a corporate and supply chain perspective. These constructs equip the research community with a first collection of aspects, which could provide the basis to tailor further research at the nexus of Big Data Analytics and SCM.

Keywords

Big Data Analytics, Supply Chain Management, Delphi Study

基于供应链管理视角大数据分析的挑战与机遇研究

马丽娜*, 杜玉申, 刘珊珊

*第一作者。

吉林大学商学院, 吉林 长春
Email: 109223193@qq.com

收稿日期: 2019年5月9日; 录用日期: 2019年5月23日; 发布日期: 2019年5月30日

摘要

目前对于供应链管理(SCM)的研究虽多种多样, 但很少有人关注到利用大数据分析来提高供应链信息利用率, 本文将通过调查大数据分析对企业和供应链环境中信息使用的潜在影响, 为SCM的理论发展做出贡献。供应链中的企业有必要获得最新的、准确的和有意义的信息, 本文的探索性研究将分析对SCM采用大数据分析所带来的机遇和挑战。虽然大数据分析在管理中越来越受关注, 但仍然缺乏大量实证研究。由于大数据分析 with SCM交叉研究的可对比材料有限, 本文运用德尔菲研究方法, 从数字化商业环境探讨新兴的转型趋势。德尔菲的研究发现有助于进一步了解现有知识, 从企业和供应链角度确定与大数据分析相关的43个机会和挑战的影响因素, 这些相关影响因素为此问题的研究搭建了第一个层面的集合, 为大数据分析和SCM关系的进一步研究提供了基础。

关键词

大数据分析, 供应链管理, 德尔菲研究

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

信息是企业在战略、战术和运营层面进行决策的驱动因素, 然而由于企业获得的可利用信息和数据量的快速增长, 使识别和提取管理业务和供应链所需的相关信息变得复杂, 给企业带来了巨大的挑战。

“大数据分析”的出现, 标志着大数据集的获取和利用这一新机遇的兴起, 大数据分析可以定义为将高级统计学应用于任何类型的存储电子通信, 可以包括但不限于: “发布到社交网络的消息和图像, 来自传感器的读数和来自手机的GPS信号等内容”, 目的是识别数据中的行为模式, 最终可以在一定程度上预测未来的行为[1]。大数据分析具有引发“管理变革”的潜力, 并且是获取商业价值的关键驱动力[2], “几乎没有哪项商业活动将不会受到这一变革的影响” [3]。

尽管具有很多优势, 但作为信息科学技术, 大数据分析在管理应用方面尚处于起步阶段, 在供应链管理(SCM)的应用上同样如此。供应链绩效在很大程度上取决于信息, 因此在供应链管理方面应用大数据分析具有很大的发展潜力。

2. 关于大数据分析和供应链管理相关性的文献综述

互联网的出现及信息技术的飞跃发展, 使企业能够实时访问大量数据, 能够将“信息作为战略资产”。当前的技术进步将持续影响整个供应链, 与传统的线性结构相比, 供应链变得越来越网络化, 因此适应以信息为中心的新环境将成为企业的一大要务。长期以来, “物联网”的出现标志着信息技术和通信解决方案开始在网络中越来越多地集成, 比如从单机设备到智能对象在网络中的交互和虚拟世界的互动。

在下一次技术飞跃即第四次工业革命中(“工业 4.0”),“网络物理系统”将推动企业产生可用的数据量达到不可预见的新水平[4]。大数据分析是用来解释数据量迅猛增多的工具,描述了高级统计数据在历史数据中的应用,旨在一定程度上预测未来的行为模式[1]。大数据分析“预测”的性质代表了供应链的变革优势,通过应用大数据分析,企业计划外停机时间可以大幅缩短,使企业能合理减少缓冲库存,合作伙伴能够运营更精简的供应链,同时消除供应风险,从而实现企业的成本优势。此外,为便于在整个供应链中及时采取缓解措施,企业应与供应链合作伙伴分享潜在的不可控故障信息。

麻省理工学院通过对 3000 名企业高管的调查研究,发现企业需要分析和不断管理不断增长的数据,以便提取对他们的决策过程有帮助的相关数据信息。正因为需要在可靠的、以事实为依据的数据基础上做出决策[5],而现实中却无法取得实际、准确和有意义的信息,这就对企业和整个供应链都构成了风险。我们知道,供应链风险很大程度上取决于是否有可用的准确而及时的业务执行信息[6],因此供应链管理研究中,信息对于有效供应链管理的重要性和价值已经得到了广泛的重视,特别是在信息共享方面[2]。

大数据分析是对现有概念的补充,扩展了信息管理概念的范围,可以从两个维度来描述,即“信息来源”维度和“信息类型”维度,这两个维度的相互作用显示如图 1。

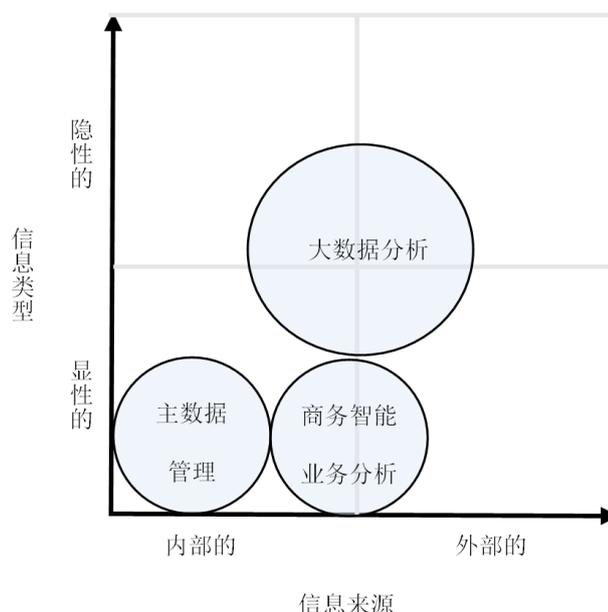


Figure 1. Two dimensions of big data analysis
图 1. 大数据分析的两个维度

“信息来源”维度指信息是源于企业内部还是外部。很多信息管理系统完全依靠企业内部相关的商业信息运作,如主数据管理系统,但通常缺乏透明度;商务智能和业务分析系统可能会扩展到使用外部信息,如供应商库存信息,但往往会遇到复杂性和低度的跨界标准化。大数据分析的出现代表着一种模式的转变,可以更好地利用正在增长的数据,大数据分析系统的设计重点是包括所有可用的信息源,而不仅仅是来自业务环境内部或是外部的信息源。

“信息类型”维度可以分为显性信息和隐性信息。显性信息结构清晰,如库存预测或交易数据,信息价值从一开始就显而易见;相反,隐性信息,比如设备传感器读数或社交媒体内容,则是无形的和潜在的,乍看之下可能不会发现收集信息的价值和目的,但真正的价值会隐藏起来,并且只能通过应用统计模型来实现其价值。本文认为,无论信息是来自内部(企业)还是外部(客户),对所有类型(显性和隐性)信息的大规模利用是大数据分析与传统数据分析方式显著不同的地方。

目前,供应链管理方面的研究资料越来越强调利用大数据分析展开研究,这一点表明了大数据分析的重要性在不断加强。结合关键词“供应链”,“大数据”和“分析”的学术文献搜索显示,只有少数几篇学术期刊文章从SCM的角度考虑大数据分析[7],虽然近年来与该主题相关的出版物有所增加,但研究文献仍然有限,本文主要按照发表的时间总结了典型论文。

2.1. 迄今为止的主要研究贡献

Davenport (2012) [8]构建了一个利用数据分析作为竞争优势的案例,他指出系统地收集、分析和处理数据不仅有利于企业层面,而且也是优化供应链结构的关键因素,尽管没有引用大数据分析,但这已经指向该术语。

Hazen (2014) [9]等人调查了数据质量对数据分析(如预测分析和大数据)的作用,在SCM背景下,随着数据复杂性的增加,监控数据质量对于有效的管理决策至关重要,为此他们建立了一个包括IT专家和SCM专业人员的跨学科协作团队,以求获得更高的数据质量和更好的数据完整性。

Chae (2015) [10]提出了一个评估供应链中社交媒体使用情况的新分析框架,调查了Twitter帖子如何帮助企业更好地塑造需求,如何为新产品开发提供有价值的客户视角。Guo (2015) [11]等人结合RFID和云技术,提出了一种应用于劳动密集型行业的生产监控及调度的智能决策支持系统,分析了在SCM中运用大数据分析的作用。

Opresnik 和 Taisch (2015 年) [12]将大数据分析的优势与服务业业务战略联系起来,为生产制造企业设计了战略框架,概述了企业如何将信息、产品和服务结合起来扩展其价值。Zhong (2015) [7]等人提出了在车间层面优化物流管理的综合方法,基于汽车行业的智能制造理念开发了一种整体大数据分析方法。

成栋和陈思洁(2017) [13]指出:大数据不仅能够提高供应链运营效率、促进供应链创新与发展,还能帮助企业进行供应链风险管理,并且论述了大数据对供应链运营效率的影响、大数据与供应链创新发展、大数据与供应链风险管理等问题。

沈娜利等(2018) [14]基于大数据环境下客户知识特点,分别构建了对称信息条件与不对称信息条件下不同风险偏好的知识共享激励机制模型。研究发现,零售商共享客户知识的程度不依赖于所属博弈阶段,而依赖于其大数据客户知识共享成本,这时,提高收益共享比例对大数据知识共享的边际作用递增;共享过程中,信息对称条件下,知识共享激励合同可达到帕累托最优,制造商若需长期合作,应选择风险中性的零售商;若其偏好短期合作,则风险规避的零售商优于风险中性的零售商。

余娟和张滨丽(2018) [15]以大数据分析技术为研究切入点,从因信息技术变更而引起的管理变革入手,分析了大数据时代的管理模式变革,并设计出基于这一模式供应链管理分析框架。

2.2. 研究差距

除了Hazen (2014) [9]的研究成果,很少有文献涉及到准确的信息在企业 and 供应链层面的作用和价值。此外,尽管在大数据分析领域已经发表了大量论文,但是在大数据分析和SCM交叉领域的研究有限,且很少运用典型的实证研究来阐述相关问题和观点,因此,本文将运用归纳方法探索这个领域存在的关键问题。

3. 方法论

3.1. 方法论的适用性

德尔菲研究的核心目标是对未来事件及其发展做出预测,为了确保收集意见的可用性,我们选择知识渊博的专家作为咨询对象。德尔菲法的优势在于可以实现有效的群体共识(内部有效性),首先,该

研究方法允许在多个地点收集数据,研究者控制专家的位置和回答进度,避免了权威人士的意见影响他人的意见,确保专家反馈的独立性;其次,该方法需要经过多轮的信息反馈,每次反馈中调查组和专家组都可以进行深入研究,使得最终结果基本能够反映专家的基本想法和对信息的认识,所以结果较为客观、可信;最后,德尔菲法要求对专家小组的反馈进行汇总,并允许专家根据团体意见评估自己的答案,避免了专家会议法只反映多数人观点的缺点。基于以上优势,我们认为德尔菲研究方法适用于本研究。此外,由于德尔菲研究方法的有效性取决于它的实施方式,所以在准备经验数据的收集时要非常小心,研究过程要透明,对每位专家的答案进行归档并对过程进行监测,从方法学的角度确保研究结果的可靠性和有效性。

3.2. 研究的设计

参与此次研究的咨询专家均是在全球领先的管理咨询行业企业中得到认可的,专家的选择基于以下两个基本原因:第一,本研究要求专家要全面了解大数据的跨行业问题,而咨询顾问在各种客户和行业中拥有相当广泛的知识,因此,选择在咨询公司中选取专家;第二,咨询公司中的管理顾问整体具有前瞻性的思维模式,具有本研究所需的专家技能。根据 Okoli 和 Pawlowski (2004) [16]提出的合适样本量,最后共有 20 位国际专家参与德尔菲研究(如表 1)。研究专家的异质性是选择专家的基本原则,为了实现均衡分组,20 位专家根据其特质分为两组:一组专家具有强大的技术背景(11 位),专注于数字业务转型问题,特别是大数据分析,这个小组标记为“大数据分析”;另一组专家拥有更多管理背景(9 位),关注的焦点在于 SCM 或类似领域,例如运营,这个小组标记为“SCM”。我们采用混合团队方式,这样除了能提高研究成果的可评估性外,还有利于克服技术人员和管理人员之间常常存在的理解差距,能够从大数据分析和 SCM 方面获得共同的、多角度的研究观点。

Table 1. Statistics of expert panel members

表 1. 专家小组成员统计

专业水平	受邀专家组数量		Σ (研究最终参与人数)
	大数据分析(研究最终参与人数)	SCM(研究最终参与人数)	
5 级(最高级别)	3 (2)	2 (1)	5 (3)
4 级	4 (3)	5 (4)	9 (7)
3 级	2 (1)	1 (1)	3 (2)
2 级	1 (1)	1 (1)	2 (2)
1 级(入门级)	1 (1)	0 (0)	1 (1)
Σ (求和)	11 (8)	9 (7)	20 (15)

从方法论的角度来看,为得到稳定的信息反馈,德尔菲研究过程应包括三轮专家意见调查[16],根据德尔菲研究的典型截止标准,若没有产生新的意见或回答质量没有得到明显改善时[17],即连续两轮产生的反馈结果差异很小,那就接近于最终结果。此外,多轮调查可能会对回复率产生负面影响,限于三次以内的调查在一定程度上会增加专家参与的意愿。

3.3. 数据收集过程和回复率

德尔菲研究的数据收集工作在 2016 年 2 月、5 月和 7 月分别进行,在三次数据收集调查中,专家们需要在收到问卷两周内通过电子邮件提供他们的书面反馈,如果在给定的时间内没有给予回复,专家会

收到多次的电子邮件提醒。在问卷发送给专家之前,该专家组的一位资深专家会对问卷进行预先测试,检查问卷的一致性和全面性,预先测试有助于确保研究的可靠性。如果某位专家最终没有回复,随后的调查将不再包括该专家。

尽管所有专家已经以书面形式同意参与研究,但只有 15 位专家对第一轮调查做出了回复(回复率为 75%),在第 2 轮和第 3 轮中,所有 15 位专家都做出了回复(回复率 100%)。

3.4. 数据分析

第一轮的调查需要考虑到专家回答的高自由度,因此不限制专家的潜在想法的范围,但为了使专家的回答有一定程度的可比性,我们将问题分成两个子问题,第一轮要求专家回答三到五个与以下两个问题相关的机遇和挑战:

- 1) “大数据分析对企业层面的信息使用和决策制定有什么潜在影响”?
- 2) “大数据分析对供应链层面的信息使用和决策制定有什么潜在影响”?

对于这两个子问题,15 位专家共提供了 343 个回答,将这些答案进行分析汇总后,总共确定了 43 个相关的影响因素。受企业和供应链层面面临的机遇和挑战性质的影响,在整个企业和供应链层面共确定了 26 个独特的机遇和挑战。

在第二轮的研究中,专家通过李克特量表(分为五个等级:“非常高”(等级 5),“高”(等级 4),“中等”(等级 3),“低”(等级 2)到“非常低”(等级 1))对其所给出的影响因素进行相关性评级,最后,统计所有专家的评级结果,并取加权平均值,对所有影响因素进行排序。第三轮研究中专家们可以检查他们的初始评分,将其与平均值进行比较,并在必要时进行调整,从第二轮到第三轮,德尔菲专家小组仅做出了微小的调整。

该研究主要侧重于结果的可靠性,即稳定性和可复制性。德尔菲研究方法作为一种定性研究技术本身在结果方面不稳定,因为专家的反应随时间而变化的机会很大,针对同一专家小组根据相同的方法并使用相同的问题,第二次德尔菲研究产生的结果也可能会稍有不同。因此,研究的稳定性在一定程度上受到研究方法选择的阻碍,但是由于德尔菲研究包括多轮评估,直到整个研究小组形成稳定的结论,所以德尔菲研究的结果可以被认为在一定时间区间内是稳定的。我们通过确保所有研究步骤以及获得的结果尽可能透明来减弱影响,并通过记录德尔菲研究的研究过程来实现,包括设计研究方案,选择专家,三轮的数据收集。

4. 德尔菲研究结果汇总与分析

第一轮研究要求专家提供三个至五个与两个问题相关的机遇和挑战,然后收集所有答案,并进行汇总,得出了与企业 and 供应链层面相关的 26 个影响因素的初步清单,涵盖了在企业 and 供应链层面应用大数据分析面临的机遇(见附表 S1)以及挑战(见附表 S2)。

第二轮研究旨在进行定量评估。优先考虑大数据分析在企业及供应链层面的决策制定方面所面临的机遇和挑战,对 15 名专家提供的李克特量表中的优先级进行合并和统计评估。在企业层面上排名最高的机遇是“客户行为”(x = 4.4),其次是“供应链可见性和透明度”(x = 4.2)。在供应链层面,排名最高的机遇是“物流”(x = 4.2),第二是“供应链可见性和透明度”(x = 4.07),第三到第五分别是“运营效率和维护”,“库存”和“整合与协作”,这些机遇的 x 值均为 4.0。

第三轮研究是德尔菲法的第二轮定量研究,允许专家验证他们在第二轮给出的初始优先级,目的是提高专家个人反馈的质量。

第二轮调查中 11 个“高”相关性的机遇和挑战因素的评级在第三轮中再次得到确认,另外有两

个机遇因素从“中等”相关性提升到“高等”(企业层面的“供应链可见性和透明度”,供应链层面的“创新和产品设计”),一个影响因素从“中等”相关性提升到“高等”(企业机会层面的“运营效率和维护”)。

4.1. 企业层面的机遇

根据专家的反馈,应用大数据分析给企业带来的机遇包括:“客户行为”、“供应链可视性和透明度”、“运营效率和维护”、“信息管理”、“响应性”和“新商业模式”。

客户行为。客户是企业活动的最终驱动力,企业活动始终致力于解决客户的需求,通过大数据分析实现大规模的信息利用使得以客户为中心真正成为可能,企业作为大数据分析应用的最大收益者,可以增强与客户的亲密关系。

供应链可视性和透明度。在制造网络中,将客户数据分析与信息管理系统相结合,可以提高信息的可见性,从而提高供应链可视性和透明度。

运营效率和维护。专家提出,提高运营效率和优化设备维护管理的先决条件是:信息的可得性提高了信息透明度,从而为企业供应链活动提供更全面的视角。大数据分析的价值体现在持续优化设备的维护管理上,企业可以根据具体生产运营情况进行停机维护,而不是按照预先确定的时间表进行维护,从而减少了设备停机时间,提高生产效率。

信息管理。大数据分析能够提高信息可用性,增强对信息及数据的收集、整理、评估、利用和配置,有利于企业进行信息管理。从企业角度来看,大数据分析带来的机遇包括分析企业现有的数据集,探索尚未用于提升企业价值的数据库,以及将数据分析结果应用于未来发展趋势的预测。

响应性。通过大数据分析实现的更高程度的信息可视性,本质上是企业对环境变化做出快速反应的先决条件,而企业对不断变化的市场条件做出快速反应,又促进了企业对信息系统进行更深入的分析。

新的商业模式。通过大数据分析,企业可用信息的深度和广度都有所增加,更有利于企业评估现有的商业机会并从中提炼新的发展思路及新的商业模式,从而提高企业的竞争优势。

4.2. 供应链层面的机遇

供应链管理方面的专家列举了一系列应用大数据分析带来的机遇,认为“物流”、“供应链可视性与透明度”、“运营效率与维护”、“整合与协作”、“创新与产品设计”以及“库存”直接受到大数据分析的影响。

物流。绝大多数专家都认为应用大数据分析可以优化企业间的物流,通过利用实时的交通信息以及当事人之间共享的当前产品位置等数据来预测供应链中可能发生的交付延迟,从而为物流决策提供帮助。

供应链可视性和透明度。大数据分析支持端到端的信息访问和控制,使供应链中的每个利益相关者能够看到其紧前和紧后的利益相关者创造的价值,这种多层次的信息可视性使得供应链决策更加灵活。

运营效率和维护。专家普遍认为这一点是先决条件和主要驱动力。信息可用性提高了透明度,从而对企业供应链活动有了更全面的了解。作为第三个关键机会,大数据分析的价值体现在企业环境中,通过实时洞察,实现持续优化和自动化控制。

整合与协作。企业间通过整合信息交换平台实现信息共享,提高整个供应链的可视性,从而实现整个供应链生态系统间的真正协作,充分压缩产品在整个供应链中的流动时间,最终实现以更低成本向整个供应链交付更好的产品。

创新与产品设计。供应链可视性提高，将大大缩短产品设计和原型实验的时间，压缩产品创新周期。

库存。供应链的合作与共享，使得重要信息变得透明并可利用，缩短了计划周期，实现更高效的库存管理，最终实现库存优化。

4.3. 企业层面的挑战

根据德尔菲研究的专家意见，应用大数据分析在企业层面面临的关键挑战包括：“IT 能力和基础设施”、“业务战略和目标”、“人才管理和人力资源”以及“信息和网络安全”。

IT 能力和基础设施。IT 能力方面，企业面临的主要问题是无法准确描述 IT 员工应具备的业务能力；基础设施方面，企业缺乏强大的 IT 基础设施，且现有 IT 基础设施的更换或升级常常受到阻碍。

业务战略和目标。将大数据分析结果集成到企业业务战略是企业面临的主要挑战。

人才管理和人力资源(HR)。大数据分析中对数据的评估和利用需要“数据科学家”，企业需要能够分析数据、建模、操作大数据系统并解释数据流的专业大数据员工。然而由于“数据科学家”这一概念的新颖性，企业很难对新员工所需技能做出准确描述，同样在供应链管理中，企业难以根据物流经理的技能概述出供应链经理的技能[18]。

信息和网络安全。企业越来越多地访问客户数据，使得有关信息和网络安全的问题随之出现，尽管企业对内部机密信息的访问进行严格监管，但从客户角度来看，数据安全性仍是一个问题。因此数据收集工作成为大数据分析的一大挑战，客户可能会因谨慎而不愿分享信息，对此企业采取的解决措施是建立和遵守客户数据指南来保持信任关系。

4.4. 供应链层面的挑战

从供应链角度来看，“治理与合规性”、“整合与协作”，“IT 能力与基础设施”以及“信息与网络安全”等四大因素是供应链层面面临的主要挑战。

治理与合规性。为提高供应链信息的利用效率，必须运用合适的治理方法使供应链中的每一方参与者都向合作伙伴共享信息资源，且保证所有参与大数据分析的数据保持一致。

整合与协作。大数据分析面临的另一关键问题是供应链中各方不愿意合作，然而供应链各方应意识到提高整合与协作水平不仅可以减少供应链风险，还可以提高信息的可用性。

IT 能力和基础设施。不同企业 IT 系统的先进程度是各不相同的，这对 IT 系统的有效性构成了实际威胁，由于企业对供应链的影响，IT 基础架构和功能需要在整个供应链中的功能保持一致，以确保信息的平稳交换，因此 IT 系统的标准化至关重要。信息和网络安全。企业担心信息安全问题，担心将失去对专有信息的控制，而不愿与供应链中的成员共享信息成为大数据分析面临的一大挑战。因此，平衡个人隐私需求和供应链需求并与合作伙伴建立信任关系是非常重要的。

4.5. 企业或供应链层面的总体机遇和挑战

在概述了企业及供应链层面上的关键机遇和挑战后，上面提出的一些影响因素不仅与单一维度相关(例如仅限于供应链和挑战级别)，而且其中五个影响因素具有如图 2 所示的关系。

在机遇的角度，“供应链可视性和透明度”以及“运营效率和维护”是企业 and 供应链层面共同面临的机遇；从挑战的角度来看，“IT 能力和基础设施”以及“信息和网络安全”是覆盖企业和供应链层面的关键挑战。此外根据德尔菲研究的专家意见，供应链层面的“整合与协作”不仅是一种机遇，同时也是一种挑战。

层面	机遇	挑战
企业	供应链可视性和透明度	运营效率和维护
供应链	IT能力和基础设施	信息和网络安全
整合与协作		

Figure 2. Overall opportunities and challenges at the enterprise or supply chain level

图 2. 企业或供应链层面的总体机遇和挑战

5. 讨论和研究方向

本次德尔菲研究由 15 位大数据分析专家共同完成, 研究结果为企业和供应链提供了与大数据分析相关的 43 个机遇和挑战, 从而为现有知识做出贡献。下文将转向图 2 框架中的机遇和挑战要素, 并分别讨论它们, 从而将本研究与现有的 SCM 研究联系起来。

5.1. 供应链的可视性和透明度

实现整个供应链的可视性和透明度的一个基础条件是合作伙伴之间的信息共享。供应链各方之间的信息共享能够简化 SCM, 提高供应链性能、响应能力和灵活性, 同时降低供应链合作伙伴之间的不确定性。供应链管理需要以客户为中心, 因此市场趋势和客户偏好信息的准确性和可用性对企业成功至关重要, 随着企业重新思考营销工作, 倾听客户意见并与客户接触, 客户信息的可视性和透明度成为营销决策的关键驱动因素, 最终决定企业在市场上的成功。社交媒体活动的实时分析为企业更好地预测需求提供了一个重要信息来源, 同时承载了对新产品开发非常有参考价值的客户需求趋势[10], 未来的供应链决策将不得不考虑供应链的可视性和透明度。

5.2. 运营效率和维护

当供应链各方合作并共享整个供应链时, 重要信息变得更加透明, 且可用性提高。通过优化库存, 可以减少计划交付时间, 降低供应链风险; “预测性维护”将复杂的统计模型应用于供应链管理, 基于对实时数据与设定指标的持续监控和匹配, 在适当的时候进行设备停机维护, 提高了运营效率; 从运输业务的角度来看, 大数据分析能够精简供应链中各方的物流网络, 降低成本。

5.3. 整合与协作

Chan (2010) [19]强调了合作的重要性, 指出“在系统动力学存在的情况下, 协调是提高供应链绩效的关键方法”。供应链管理应同步和整合供应链各方以实现所有实体之间物料和信息的无缝流动, 推动整个供应链优化和整个供应链生态系统的协作[20] [21]。大数据分析使得决策所需的信息可能不一定来自寻求合作的企业, 从而改变供应链上各方合作的意愿, 但在生产制造行业中采用智能决策系统进行生产

监控和调度成为解决这一挑战的方法[11]。实质上,这些智能决策系统有助于整合供应链合作伙伴的生产决策和物流业务,通过将“信息”作为传统的“产品”和“服务”以外的第三个支柱[12],给企业提供了新的价值创造机会。

5.4. IT 能力和基础设施

德尔菲研究专家认为,缺乏强大的基础设施、IT 技术和技术人员是数字化商业环境中处理实时信息的关键挑战。Hazen (2014) [9]等人强调了有效供应链协作中正常 IT 环境和完善的 IT 基础设施的重要性。Gunasekaran 和 Ngai (2014 年) [6]以及 Fuchs 和 Otto (2015 年) [22]指出,IT 基础设施为未来的业务实践提供了框架,是有效供应链管理发展的关键因素,因此 IT 基础设施的标准化设计是 IT 前景规划阶段需要考虑的关键问题。在大型多层供应链中,建立管理信息系统以协调供应链各方之间的 IT 系统(例如接口标准化)能有效提高供应链管理的效率。

5.5. 信息和网络安全

信息和网络安全管理是数字化商业环境中的另一重大挑战,我们需要从企业和供应链的角度考虑如何去限制和减轻相关风险。在 Williams (2008) [23]等人的研究之后,随着信息获取逐渐成为竞争优势的关键来源,在网络环境中保护信息资产越来越重要,因此建立有效的网络安全结构不仅需要考虑企业层面的 IT 体系结构,还应该考虑到供应链中未授权访问的每个潜在接入点。

另外,本研究有一定的限制因素,以下进行相关讨论。

首先,德尔菲研究专家组的组成受到限制,像所有定性访谈方法一样,收集的专家意见仅反映专家个人的观点,因此其意见非常主观。本研究中,由于收集到的机遇和挑战要素仅代表了 15 位大数据分析专家的个人观点,因此研究结果的有效性可能会受到影响,最终对调查结果的普遍性造成一定程度的偏见,但至少它提供了在企业和供应链环境中采用大数据分析所带来的潜在机遇和挑战的经验证据。

其次,另一个限制与德尔菲研究中的专家选取和专家组规模相关。鉴于寻找知识丰富的行业专家方面存在的困难,我们认为本次研究选取管理咨询行业中的专家具有一定的可行性;另外,专家组规模方面,纳入更多的专家,可以收集到更多的数据,同时为实现研究的公正、客观,不能只关注一家企业,因此需要进一步扩大抽样范围,收集来自一系列企业的专家意见可以增加研究结果的普遍性。

尽管存在以上局限,但为未来在 SCM 和大数据分析的交叉研究方面奠定了坚实的理论基础。

6. 结论

正如大多数新兴趋势一样,大数据分析的使用在学者中间形成了鲜明的争论,讨论并不局限于 SCM 领域。此次德尔菲研究,从企业和供应链两个层面确定了与大数据分析相关的 43 个机遇和挑战,这些要素为研究界提供了第一个系统性的集合,为关于大数据分析和 SCM 关系的进一步研究奠定了基础。

本项德尔菲研究有助于更好地理解大数据分析在企业和供应链中面临的挑战和机遇,从科学和管理角度来看,对数字化商业环境的各个组成部分的全面了解企业竞争力和整体生产力以及整个供应链的关键要素,因此基于本研究基础,考虑到大数据分析的潜力,我们将继续联合其他研究人员和从业人员调查企业和供应链中应用大数据分析的相关问题。

基金项目

吉林省科技厅软科学研究项目“我省科技型中小企业供应链融资风险管理研究”,项目编号:20190601086FG。教育部人文社科研究项目“基于社会网络分析方法的企业网络结构对收益分配影响研究”项目编号:16YJA630008。

参考文献

- [1] Shmueli, G. and Koppius, O. (2011) Predictive Analytics and Informations Systems Research. *MIS Quarterly*, **35**, 553-572. <https://doi.org/10.2307/23042796>
- [2] Fosso Wamba, S., Akter, S., Edwards, A., Chopin, G. and Gnanzou, D. (2015) How “Big Data” Can Make Big Impact: Findings from a Systematic Review and a Longitudinal Case Study. *International Journal of Production Economics*, **165**, 234-246. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.12.031>
- [3] McAfee, A. and Brynjolfsson, E. (2012) Big Data: The Management Revolution. *Harvard Business Review*, **90**, 60-66.
- [4] Lee, E.A. (2008) Cyber Physical Systems: Design Challenges. 11th *IEEE International Symposium on Object Oriented Real-Time Distributed Computing*, Orlando, 5-7 May 2008, 363-369. <https://doi.org/10.1109/ISORC.2008.25>
- [5] Ross, J.W., Beath, C.M. and Quaadgras, A. (2013) You May Not Need Big Data after All. *Harvard Business Review*, **91**, 90-98.
- [6] Gunasekaran, A. and Ngai, E.W. (2014) Information Systems in Supply Chain Integration and Management. *European Journal of Operational Research*, **159**, 269-295. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2003.08.016>
- [7] Zhong, R.Y., Huang, G.Q., Lan, S., Dai, Q.Y., Chen, X. and Zhang, T. (2015) A Big Data Approach for Logistics Trajectory Discovery from RFID-Enabled Production Data. *International Journal of Production Economics*, **165**, 260-272. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.02.014>
- [8] Davenport, T.H. and Patil, D.J. (2012) Data Scientist. *Harvard Business Review*, **90**, 70-76.
- [9] Hazen, B.T., Hall, D.J. and Hanna, J.B. (2014) Reverse Logistics Disposition Decision-Making: Developing a Decision Framework via Content Analysis. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, **42**, 244-274. <https://doi.org/10.1108/09600031211225954>
- [10] Chae, B.K. (2015) Considering Twitter and Twitter Data for Supply Chain Practice and Research. *International Journal of Production Economics*, **165**, 247-259. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.12.037>
- [11] Guo, Z.X., Ngai, E.W.T., Yang, C. and Liang, X. (2015) An RFID-Based Intelligent Decision Support System Architecture for Production Monitoring and Scheduling in a Distributed Manufacturing Environment. *International Journal of Production Economics*, **159**, 16-28. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.09.004>
- [12] Opresnik, D. and Taisch, M. (2015) The Value of Big Data in Servitization. *International Journal of Production Economics*, **165**, 174-184. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.12.036>
- [13] 成栋, 陈思洁. 供应链管理中的大数据运用[J]. 现代管理科学, 2017(8): 9-11.
- [14] 沈娜利, 沈如逸, 肖剑, 张庆. 大数据环境下供应链客户知识共享激励机制研究[J]. 统计与决策, 2018(10): 36-41.
- [15] 余娟, 张滨丽. 基于大数据视角的流通业供应链管理分析[J]. 商业经济研究, 2018(7): 23-25.
- [16] Okoli, C. and Pawlowski, S.D. (2004) The Delphi Method as a Research Tool: An Example, Design Considerations and Applications. *Information and Management*, **42**, 15-29. <https://doi.org/10.1016/j.im.2003.11.002>
- [17] Kauko, K. and Palmroos, P. (2014) The Delphi Method in Forecasting Financial Markets—An Experimental Study. *International Journal of Forecasting*, **30**, 313-327. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2013.09.007>
- [18] Zinn, W. and Goldsby, T.J. (2014) Logistics Professional Identity: Strengthening the Discipline as Galaxies Collide. *Journal of Business Logistics*, **35**, 23-28. <https://doi.org/10.1111/jbl.12038>
- [19] Chan, H.K. and Chan, F.T. (2010) A Review of Coordination Studies in the Context of Supply Chain Dynamics. *International Journal of Production Research*, **48**, 2793-2819. <https://doi.org/10.1080/00207540902791843>
- [20] Kache, F. and Seuring, S. (2014) Linking Collaboration and Integration to Risk and Performance in Supply Chains via a Review of Literature Reviews. *Supply Chain Management: An International Journal*, **19**, 664-682. <https://doi.org/10.1108/SCM-12-2013-0478>
- [21] Tan, K.H., Zhan, Y., Ji, G., Ye, F. and Chang, C. (2015) Harvesting Big Data to Enhance Supply Chain Innovation Capabilities: An Analytic Infrastructure Based on Deduction Graph. *International Journal of Production Economics*, **165**, 223-233. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.12.034>
- [22] Fuchs, C. and Otto, A. (2015) Value of IT in Supply Chain Planning. *Journal of Enterprise Information Management*, **28**, 77-92. <https://doi.org/10.1108/JEIM-07-2013-0053>
- [23] Williams, Z., Lueg, J.E. and LeMay, S.A. (2008) Supply Chain Security: An Overview and Research Agenda. *International Journal of Logistics Management*, **19**, 254-281. <https://doi.org/10.1108/09574090810895988>

附录

Table S1. Opportunities to apply big data analytics at the enterprise and supply chain levels
附表 S1. 在企业和供应链层面应用大数据分析面临的机遇

机遇	适用性级别	
	企业	供应链
信息管理：增强企业和供应链内信息/数据的发现、访问、可用性，开发以及信息/数据配置	√	√
运营效率和维护：更好的建模以有利于更准确的决策；通过自动化，基于机器到机器的流程持续提高生产力；通过预测分析实现更精简的操作和优化的服务	√	√
供应链的可视性和透明度：实时控制，多层次的(过程，决策，财务)的可视性	√	√
响应性：提高供应链的稳健性；增加(实时)响应客户需求和改变市场状况的能力；缩短上市时间	√	√
产品和市场策略：客户细分有利于大规模个性化；提高客户服务水平；更好的客户获取策略/销售渠道策略(网络，社交)；交付定制	√	√
需求管理和生产计划：产品开发和上市计划；增加计划级别的粒度优化；缩短计划周期	√	√
创新和产品设计：利用产品使用数据，销售点数据，来自设备的现场数据，客户数据和供应商建议，推动产品和流程创新	√	√
财务影响：减少长期成本；增加投资能力；提高对成本动因和影响的了解	√	√
新的商业模式发展：通过新(创新)商业模式/战略和解决市场的新方式增加竞争优势	√	
顾客行为：更好地理解顾客行为(顾客亲密度，可见度)	√	
人才管理和人力资源(HR)：员工生命周期管理，通过优化员工利用率，加强教育，增强安全性，优化留存率	√	
整合和协作：整合(供应网络)优化与整个供应链生态系统的合作；在设计阶段使用集成数据平台		√
物流：产品可追溯性导致交货时间缩短(例如通过货物的在途处理)；实时重新安排，路线规划，改道和路边服务规划		√
库存：SC 库存优化/实时库存控制		√
风险管理：加强风险评估；行业/ SC 级别的连续性管理，以减少中断的影响		√

Table S2. Challenges in applying big data analysis at the enterprise and supply chain levels
附表 S2. 在企业和供应链层面应用大数据分析面临的挑战

挑战	适用性级别	
	企业	供应链
道德和管理：分析管理风格，避免“冷”数据驱动的过度依赖信息；挑战从复杂的报告(描述性报告与预测分析)中提炼出可行的正确决策并避免滥用	√	√
转型变革：完善当前的组织结构(动态流程，结构，报告，技能)以充分利用大数据的潜力	√	√
文化变革：在决策过程中建立以数据为导向的思维模式，并从信息中挑战“新的真相”，建立对信任数据的开放性(不仅用于测试，还用于生产)	√	√
业务战略和目标：通过商业案例确定大数据的明确需求；明确通过大数据要实现的目标(诸如应对新竞争对手进入的威胁等目的)	√	√
IT 能力和基础设施：缺乏强大的基础设施(技术、流程和人员)来处理实时信息是一个挑战	√	√
财务影响：所需的高投资(技术、流程和人员)以及缩短 IT 基础设施投资周期	√	√
信息管理：信息复杂性(完整性、质量、数量)的管理；识别和了解相关信息，避免不准确的信息	√	√
信息和网络安全：信息泄露的威胁；尊重客户的个人数据隐私；私有和公共数据之间的区别越来越具有挑战性	√	√
人才管理和人力资源：缺乏技术资源(分析、数据驱动、技术理解)；不重视人才管理(大数据员工的角色描述不明确)	√	√
整合与协作：跨职能协作，跨企业边界的整合以及大数据所需客户的不合作		√
治理与合规：需要 CXO(首席数据官)高效地协调和控制供应链中的大数据工作，并制定相应的协作规则(目标、标准化、激励)		√

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2324-7908，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：ssem@hanspub.org