

信息与通信技术推动电子商务智能物流的发展

王梅芳, 张 杰

贵州大学大数据与信息工程学院, 贵州 贵阳

收稿日期: 2024年10月11日; 录用日期: 2024年10月28日; 发布日期: 2025年1月9日

摘 要

智能物流(SL)通过利用物联网(IoT)、人工智能(AI)、区块链、云计算、5G等信息与通信技术(ICT), 为电子商务提供了竞争优势。这些技术能够实现自动化、优化, 并支持货物的实时追踪与监控, 预测并防止延误, 优化配送路线和时间表。智能物流还提供了更高的可见性和控制力, 使电子商务企业能够快速、高效地应对需求或供应的变化。本研究的目的在于探讨数字化对电子商务贸易物流的影响, 重点分析智能物流在电子商务行业中的重要性。我们还发现了多个研究空白和未来研究的方向, 包括计算机视觉技术的使用不足、对产品质量检测和残障人士可访问性的研究需求。此外, 我们建议探索深度学习在解决车辆路径问题(VRP)中的潜力, 并优化传感数据量以减少数据存储和传输的成本。

关键词

智能物流, 智能电子商务物流, 信息通信技术, 供应链, 人工智能, 云计算, 5G, 区块链

Information and Communication Technologies Drive the Development of Intelligent Logistics in E-Commerce

Meifang Wang, Jie Zhang

School of Big Data and Information Engineering, Guizhou University, Guiyang Guizhou

Received: Oct. 11th, 2024; accepted: Oct. 28th, 2024; published: Jan. 9th, 2025

Abstract

Smart Logistics (SL) provides competitive advantages to e-commerce by leveraging Information and Communication Technologies (ICT), such as the Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI),

blockchain, cloud computing, and 5G. These technologies enable automation and optimization, support real-time tracking and monitoring of goods, predict and prevent delays, and optimize delivery routes and schedules. Smart logistics also offers greater visibility and control, allowing e-commerce companies to respond quickly and efficiently to changes in demand or supply. The purpose of this study is to explore the impact of digitization on e-commerce trade logistics, focusing on the importance of smart logistics in the e-commerce industry. We have also identified several research gaps and future research directions, including the underutilization of computer vision technologies and the need for research on product quality inspection and accessibility for people with disabilities. Furthermore, we suggest exploring the potential of deep learning in solving the Vehicle Routing Problem (VRP) and optimizing the amount of sensor data to reduce costs associated with data storage and transmission.

Keywords

Smart Logistics, Smart E-Commerce Logistics, Information and Communication Technologies, Supply Chain, Artificial Intelligence, Cloud Computing, 5G, Blockchain

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

近年来, 电子商务零售额快速增长, 导致专业人员难以跟上客户需求, 并在全球市场中保持竞争力 [1] [2]。传统的物流方式阻碍了电子商务的发展, 因为成本和延误已成为客户无法承受的主要问题。为了解决这些问题, 电子商务企业需要通过采用可持续性推动因素来增强其物流的敏捷性。信息与通信技术 (ICT) 的出现吸引了全球产业界和学术界的广泛关注, 推动了包括全球供应链管理在内的许多领域向数字化转型。智能供应链通过优先考虑客户期望, 如安全性、个性化、合理成本和准时交付 (OTD), 为电子商务企业提供了竞争优势 [3]。然而, 目前尚无系统的综述专门聚焦于智能电子商务物流, 大多数研究人员仅探讨了信息与通信技术在供应链管理中的应用, 如云计算、大数据、人工智能或物联网技术。

随着电子商务的快速发展, 智能电子商务物流成为了一个重要的研究热点。在电子商务环境中, 物流不仅仅是产品从供应商到客户的物理传递, 它还涉及到采购、仓储、运输、营销和售后服务等多个环节 [4] [5]。文献表明, 信息与通信技术在智能电子商务物流中发挥了至关重要的作用, 尤其是通过云计算、物联网 (IoT)、区块链和人工智能 (AI) 等技术的应用, 大大提升了物流过程的效率和准确性。总的来说, 信息与通信技术已经渗透到智能电子商务物流的各个环节, 推动了物流系统的数字化和智能化发展。通过对采购、仓储、运输、营销和售后服务的不同方面的技术应用研究, 智能电子商务物流正在成为未来商业环境中不可或缺的组成部分。

在本文中, 我们对数字技术在电子商务物流中的最新应用趋势进行了全面的探讨。我们的研究旨在回答的主要的研究问题是: 电子商务中智能物流 (SL) 文献中的热点趋势是什么? 电子商务物流中使用了哪些不同的信息与通信技术?

本文对电子商务中智能物流的最新趋势和见解进行了全面分析, 旨在鼓励新研究人员为该领域做出贡献, 并帮助实践者制定有效的电子商务物流战略。系统文献综述和网络分析的结果则在第三部分展示。最后, 本文在第四部分讨论了研究的局限性, 并提出了未来研究的方向。

2. 系统文献综述与网络分析

2.1. 研究范围

在智能物流背景下已有大量的文献综述, 然而这些综述都忽略了智能物流在电子商务领域中的热点趋势。除了新冠疫情及 2022 年俄乌危机之外, 网络攻击以及管理大量订单的困难, 已成为电子零售商面临的重大问题, 要求在流程的每个阶段做出紧急决策。幸运的是, 科技进步日新月异, 这在该领域的科学研究中得到了反映。由于我们的研究聚焦于电子商务中信息与通信技术解决方案的最新趋势。考虑到过去十年中信息与通信技术领域的加速技术革命, 人工智能(AI)的崛起尤为显著。2014 年, 聊天机器人“尤金·古斯特曼”(Eugene Goostman)通过了图灵测试, 2016 年微软推出了 AI 驱动的聊天机器人 Tay, 能够在 Twitter 上模仿人类的对话。神经网络的能力也得到了展示, 例如 Alpha-Go 的诞生, 它凭借增强的计算能力, 在围棋比赛中战胜了人类, 使机器学习算法能够处理大量的输入变量, 并作出快速而精确的决策。在此期间, 物联网(IoT)技术也取得了重要进展, 例如 2012 年发明的嵌入传感器的智能手表, 能够识别物体。区块链即服务(Blockchain-as-a-service)和基于云的物联网(IoT)分别于 2015 年和 2016 年推出。2017 年推出的 Google Home, 作为一个传感器与 AI 结合的生态系统, 是 AI 与 IoT 协作的一个优秀示例。2015 年末 Google 推出了深度学习框架 TensorFlow, 2016 年末 Meta 推出了 PyTorch, 这些框架的开发使得构建深度学习模型变得更加简单, 不再需要从头开始。Google 的 Tensor 处理单元(TPU)自 2018 年开始提供。5G 的出现, 正式于 2019 年推出, 预计将充分激发物联网和云计算的潜力, 提供更广的覆盖范围、更低的延迟以及超大带宽连接的高密度[6]。正如图 1 所示, 过去十年的 ICT 技术革命促使我们的团队专门研究了这一时期的文献, 因此本文重点关注 2012 年至 2022 年期间的文献。



Figure 1. Timeline of Information and Communication Technology (ICT) innovation (2012~2022)

图 1. 信息与通信技术(ICT)创新的时间轴(2012~2022)

2.2. 文献调查方向

本研究探讨了 2012 年至 2022 年间数字技术在电子商务物流中的应用。综述分析大量论文, 旨在识别智能物流文献中的最新趋势, 特别是云计算、区块链、人工智能、物联网和 5G 在智能物流中的最有趣应用, 并评估它们对电子商务业务的影响。量化该领域的研究成果, 探讨智能物流在电子商务文献中的发展与演变过程。此外, 还进行了共现网络分析, 以识别这些技术之间的潜在协作, 增强物流能力。

在智能物流领域, ICT 技术的快速发展促进了各个环节的智能化和数字化。以下综述了主要 ICT 技术在采购、仓储、运输等不同物流环节中的应用情况:

1) 采购: 信息与通信技术的应用提升了电子商务企业的采购决策精度, 如需求预测和库存控制。通过采用长短期记忆网络(LSTM)等深度学习算法, 可以有效缓解供应链中常见的“牛鞭效应”, 提高库存的周转效率。

2) 仓储: 智能物流的仓储环节越来越依赖于物联网和人工智能的协同应用, 以实现库存实时监控、订单拣选路径优化等。RFID、传感器技术和 5G 网络的结合, 不仅提高了仓储效率, 也显著减少了人为错误导致的库存问题。

3) 运输: 车辆路径优化(VRP)是物流运输中一个重要的研究热点。蚁群算法(ACO)、粒子群优化(PSO)等算法在路径优化中已显示出显著效果, 未来研究可在深度学习的支持下进一步提高算法的实时性和精确性。

本文对不同 ICT 技术的协同效应进行了网络分析, 以探讨它们在智能物流中的潜在应用模式和相互作用:

1) 人工智能与物联网的协同: 在电子商务物流中, 人工智能技术与物联网技术结合使用可以提高实时监控的精度和数据处理效率。例如, 人工智能可以通过处理物联网传感数据来预测物流需求, 从而提前进行资源调度, 优化库存配置。

2) 区块链与云计算的协同: 区块链技术在数据安全和透明性方面表现突出, 特别是在电子商务环境中有着显著的应用前景。结合云计算, 可以实现数据的安全存储和共享, 使电子商务物流的供应链管理更加透明和高效。

3. 结果和讨论

文献中智能电子商务物流的热点趋势是什么? 电子商务物流中使用了哪些不同的信息与通信技术?

3.1. 采购

在线零售需要对需求变化、季节性波动、牛鞭效应以及无库存政策表现出特殊的敏捷性, 以通过确保最佳的库存周转率来增加盈利能力, 避免短缺或过度储存。推动因素是预测的可靠性以及采购流程的数字化。需求预测是电子商务业务中最重要的支柱之一。例如, 处理牛鞭效应, 以确保整个供应链中获得切实的利益。

需求预测: Terrada 等人提出了一种基于深度学习的需求预测系统, 用于处理回归问题。在该案例研究中, 长短期记忆网络相比于 ARIMA 表现出更好的效果 [7]。Aci 等人的研究也证实了神经网络在这一领域的有效性, 他们在 26 种深度学习和机器学习算法中提出 LSTM 作为需求预测的有效模型 [8]。

谈判能力: More 等人是最早提出使用云计算的基于代理的谈判系统的研究者之一, 该系统能够实现更高效的电子谈判, 同时具有更好的安全性和较低的资源消耗 [9]。在相同领域的其他背景下, Simkova 和 Smutny 提出了一种基于遗传算法(GA)的数字化谈判形式(电子谈判), 用于在线争议解决, 提供了比传统电子邮件谈判更实用的解决方案 [10]。

在线零售中的采购集群需要在应对需求变化和无库存政策方面表现出敏捷性。该领域仍是一个新兴的研究领域, 尤其是在需求预测方面亟需进一步研究。需要应用深度学习和神经网络预测需求系统, 并研究基于代理、基于规则和案例推理的算法。

3.2. 仓储

库存管理在电子商务价值流中占据了战略地位, 与采购和需求预测有着紧密联系。主要的仓储活动包括收货、存储和订单准备, 涵盖一些增值任务(拣货、配货、包装等)。运营效率和前瞻性是这一电子商务价值流关键环节的核心要素。仓库是自动化、路线优化和数字化的重要领域, 可靠且实时的数据是电子商务企业的重要竞争优势。

库存可靠性: 在电子商务物流中, 风险会影响调度的顺畅性, 手动任务中的人为错误风险也随之增加, 因此, 可靠的库存和实时数据是业务成功的关键。在这一背景下, Kalkha 等人提出了一种新概念的拣货区, 配备了负载传感器, 能够实时传递库存信息, 以增强 RFID 解决方案对拣货区小件物品(SKU)的管理, 提升库存可靠性和采购可见性, 避免库存短缺 [11]。Shouborno 等人提出了一个新概念, 利用传感器帮助移动传送带对电子商务商品进行分类, 从而提高小型电子商务系统的精度, 消除包装环节中错误

录入的风险,并预测库存短缺。仓库环境暴露于多种约束条件下(如光照变化、灰尘等),且许多电子商务仓库和中心的作业已延长至夜班[12]。Emil 等人(2021 年)提出了一种基于 5G 网络的管理系统,该系统可以更高效地应用于支持物联网的供应链中。该论文提出了一种通过主动使用网络切片(NS)来调整智能物流配送链中的 5G 网络元素的系统[13]。5G 通信技术具有超低延迟、高速宽带和大规模接入的特点,为物流中的云计算和大数据解决方案提供了支持。Guo 等人(2021 年)研究了电子商务中传感器数据的获取、存储和传输问题,并提出了一种大规模传感数据处理的存储方法,充分利用物联网存储资源。作者比较了 6 种算法在定位效果中的表现,实验表明,在轨迹追踪和预测方面,AHSL0 算法在测试的 5 种算法中表现最佳[14]。

订单拣选路径优化: Xu 等人提出了一种基于蚁群优化(ACO)的算法,用于改进数据拣选系统;实验表明,优化后的拣选路径比仓储管理系统(WMS)路径缩短了 8.34% [15]。在同一背景下, Xin 等人(2019)提出了一种基于文本聚类和关联分析的算法,称为 BTC,用于分配存储位置。该算法确定仓库中 SKU 的存储位置,并将相关产品(通常一起发货的商品)的位置靠近,从而减少了总的订单拣选距离,提高了仓库操作效率。该算法通过文本分析对 SKU 进行聚类,聚类后进行关联分析以确定 SKU 的存储位置。与基于类的存储位置(CBSL)策略和 COL 策略相比, BTC 在分配存储位置方面表现更好[16]。Issaoui 等人提出了一种基于 LSTM 模型的方案,用于优化资源分配和增强智能物流框架中的任务调度。基于 LSTM 模型的方法更适合实时资源分配(响应时间 50 秒),并且所提出的方法适用于实时调度[17]。

最小化库存成本: 为了最小化整体库存成本, Preil 等人提出了蒙特卡洛树搜索(MCTS)方法,用于在库存短缺(欠单)和额外储存成本之间进行权衡,并通过消除牛鞭效应来优化成本。其目标函数专注于通过吸收牛鞭效应来最小化整个供应链的成本。实验表明, MCTS 在分析提前期和客户需求数据集时,相较于强化学习(RL)和遗传算法(GA),表现更佳[18]。Wanganoo 提出了一个概念框架,旨在在第三方物流(3PL)电子商务背景下将物联网(IoT)集成到仓储管理系统(WMS)中,通过增强仓库操作的实时可见性来降低逆向物流中的库存成本和退货管理时间。该系统使用云物联网和 RFID 技术,连接仓储管理系统(WMS)和运输管理系统(TMS)以优化逆向物流流程[19]。Zhang 等人提出了智能耐用包装管理的新概念,使用可持续且具成本效益的包装来分配电子商务中的物流任务。通过聚类客户订单并优化包装箱的填充率,在物理互联网(PI)和 3PL 电子商务背景下提高物流效率[20]。

运营效率和前瞻性在仓储领域至关重要,自动化、路径优化和数字化正成为一股日益增长的趋势。可靠的实时数据是电子商务业务成功的关键,仓储中最重要的关注点是库存可靠性,多个提案旨在减少人为错误并防止库存短缺。此外,还提出了优化订单拣选路径和最小化库存成本的方案。这些提案包括基于蚁群优化和文本聚类的算法、基于 LSTM 的模型,以及一个将物联网(IoT)集成到仓储管理系统(WMS)中的概念框架。

3.3. 营销

通过电子商务销售,将客户吸引到商店网站。目标是增加电子商务的流量(访问次数)、鼓励访问者浏览网站(跳出率)、并将访问者转化为客户(转化率)。信息与通信技术(ICT)在选择细分市场、识别需求以及为访问者提供个性化内容方面发挥了重要作用。与实体店相比,营销是电子商务的主要优势之一。许多关于 ICT 的研究旨在释放数字营销的全部潜力。

战略营销: Zhao 等人提出了一个基于区块链和长短期记忆网络的模型,用于透明地分析和处理客户反馈。该模型使用区块链进行数据存储,利用长短期记忆网络挖掘评论数据,分析情感倾向。长短期记忆网络对包含成语等复杂文本数据的评论有更好的理解能力。监管者可以根据记录在区块链中的信息处理存在问题的用户,用户通过智能合约接收反馈[21]。Minjing 等人提出了蚁群算法来预测客户意图;蚂

蚁代表用户, 信息素代表用户意图。通过蚁群对信息素的反应, 获得用户的浏览、收藏、购物车操作和购买行为。该算法在预测精度上优于神经网络(NN) [22]。

运营营销: Zhang 等人提出了一个概率生成模型, 利用机器学习算法从时间和地理数据中识别客户意图。这一解决方案适用于推荐系统, 能够在合适的时间和地点向合适的人推荐正确的产品或服务类别 [23]。Hanafi 等人建立了一个基于分类方法的推荐模型, 使用卷积神经网络(CNN)解决分类问题, 并结合矩阵分解(PMF)进行回归预测, 以确保推荐模型的预测效果 [24]。Duong 等人使用机器学习方法(支持向量机 SVM 和随机森林)通过研究类别和产品特征来预测观众的性别, 假设单次会话中查看的类别和产品之间的关系可能反映观众的性别 [25]。Koehn 等人提出了一种基于循环神经网络(RNN)的序列分类器, 用于更准确地预测用户转化率。他们开发了一个框架, 用于衡量转化分类器的盈利能力。实验结果显示, 在预测客户转化方面, 门控循环单元(GRU)的表现优于长短期记忆网络 [26]。Nursetyo 等人提出了一个基于人工智能标记语言(AIML)的智能聊天机器人系统, 该系统更加智能、快速且准确。用户输入的问题通过三个阶段进行处理: 解析、模式匹配以及使用 AIML 抓取数据。该系统能够很好地回应所有用户请求, 平均响应时间为 3.4 秒, 响应速度非常快 [27]。

定价精度: Gao 等人提出了一种基于 KNN-BPNN 的算法, 并通过粒子群优化(PSO)进行优化, 以预测客户购买行为, 从而优化定价并提高盈利能力。该优化算法用于优化二项式函数系数和最近邻算法的 K 值, 预测客户购买意图的准确率高达 94.2% [28]。

研究人员为运营营销提出了多种解决方案, 包括基于机器学习、分类方法和聊天机器人的推荐系统。在战略营销方面, 也提出了若干方案, 例如使用区块链和 LSTM 进行客户反馈分析, 以及通过蚁群算法预测客户意图。一项研究使用文本挖掘和 SVM 检测客户评论中的产品质量问题, 另一项研究则提出了通过粒子群优化优化的算法, 用于预测客户购买行为以优化定价。总体而言, 信息与通信技术为电子商务企业提供了多种工具, 帮助其改进营销策略并提高盈利能力。

3.4. 运输与逆向物流

从仓库向一组客户发货, 并在多重约束下做出决策, 要求达到一定程度的准确性和实时数据共享。作为客户在这一物理连接中的推动因素, 时间、质量和成本尤为重要。运输对价格有很大影响, 因此它是需要优化的重要因素。

安全性增强: Ossamah 等人提出了一种基于区块链的无人机增强安全方案。区块链采用点对点(P2P)网络, 其稳固且安全。P2P 网络中的每个节点向网络中的其他参与者提供部分计算资源, 如磁盘存储和处理能力。该去中心化的信息元素被用于确保无人机的安全性, 涵盖了数字指纹、共识机制和访问控制 [29]。

路径优化: Huang 等人提出了一种蚁群优化算法, 用于解决带有容量限制的车辆路径问题(VRPD), 相比于传统的车辆路径问题(VRP), 该算法在卡车运输方面表现更好。蚁群优化算法能够有效解决不同规模实例和客户位置分布下的 VRPD 问题, 针对大型实例, 与仅使用卡车的 VRP 相比, VRPD 平均节省了 30% 的成本 [30]。Gu 等人提出了一种基于人工蜂群算法(ABC)的仓库聚类和 MDVRP (多仓库车辆路径问题)组合的路径优化方法。通过将 MDVRP 分解为多个单一的 VRP 问题并进行仓库聚类和组合, 所提算法在路径优化上相较于贪婪算法优势达 70%, 相比遗传算法则有 3% 的优势 [31]。Wanganoo 等人通过整合 GPS、物联网(IoT)和运输管理系统(TMS)等技术, 改善电子商务中的最后一公里配送包裹的可见性并优化配送路径。该系统会向客户提供包裹的 GPS 位置, 并生成用于自动解锁包裹的二维码, 实时通知配送状态 [32]。Issaoui 等人提出了一个基于长短期记忆网络的预测模型, 随后结合蚁群优化和粒子群优化提出了一个优化模型, 旨在通过两个阶段减少配送时间和成本: 第一阶段使用 LSTM 预测配送时间, 分为

四个步骤: 收集、更新、处理和预测路线或实时异常; 第二阶段通过蚁群优化算法和 PSO 组合进行优化, 替代 Dijkstra 算法, 以获得更精确的优化效果[33]。信息与通信技术在运输和逆向物流中做出了显著贡献。在安全增强方面, 提出了使用区块链提升无人机安全性和通过智能合约提供退货流程透明度的方案。在路径优化方面, 提出了多种算法, 如蚁群优化、多仓库车辆路径问题(MDVPR)和 LSTM-ACO-PSO 组合算法, 以解决容量限制的车辆路径问题(VRPD), 并减少最后一公里配送的时间和成本。这些算法在与传统方法相比时显示出了显著的性能提升, 针对大型 VRPD 实例的成本节省高达 70%。此外, GPS、物联网(IoT)和运输管理系统(TMS)等技术也被集成, 以改善电子商务的可视性并优化最后一公里的配送流程。总体而言, ICT 通过提供实时数据共享、增强安全性和改进路径优化, 在优化运输和逆向物流方面发挥了关键作用。正如图 2 所示, 从上游的供应链管理、产品采购, 到下游的客户服务、配送以及中间的营销、销售和物流等各个环节, 移动电子商务用于系统化分析移动电子商务的各个组成部分及其相互作用。

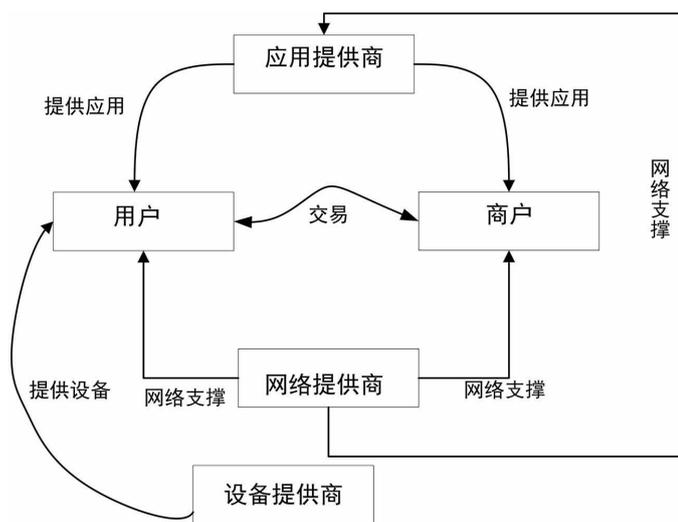


Figure 2. Schematic diagram of the mobile e-commerce industry chain
图 2. 移动电子商务产业链示意图

除了上游、下游和内部物流之外, 我们还探讨了营销和销售的角色, 它们与物流密切相关, 并从信息与通信技术(ICT)的优势中获益。我们的表格概述了智能物流中使用的不同技术, 揭示了尽管物联网(IoT)在产品质量方面有巨大潜力, 但在该领域关于人工智能(AI)的研究却相对匮乏。我们还注意到对无障碍设计的关注较少, 仅有一篇文章提出了为残障人士提供解决方案的建议, 尽管这一群体在市场中占据重要份额。在智能物流中, AI 是使用最广泛的技术, AI 与其他 ICT 技术的协作, 如物联网、区块链和云计算, 也被探索用于分别提高效率、安全性和可访问性。尽管 5G 技术仍处于早期阶段, 但其对智能物流连接性的潜在影响已经引起了研究者的关注。

4. 未来研究

区块链技术不仅能提高交易安全性, 还可以增强物理安全性, 例如无人机安全。我们建议将这种解决方案扩展到其他物流节点, 例如包裹柜。尽管人工智能在解决许多优化问题上取得了成功, 但深度学习技术(如 LSTM)在优化中的应用尚未充分利用, 仍主要限于预测。为此, 我们建议探索深度学习在解决车辆路径问题(VRP)中的潜力。此外, 我们发现计算机视觉技术的应用较为不足, 产品验证和检验的质量需要学者们进一步关注, 因为这对客户信任具有重要影响。最后, 我们建议优化传感数据量, 并依赖深

度学习进行解释和填补缺失数据, 结合时间序列预测, 以最小化与数据存储和传输相关的成本。随着信息技术在电子商务智能物流中的广泛应用, 未来研究将重点关注以下几个关键方向, 以进一步提升智能物流的效率、精确度和安全性:

1) 深度学习在物流优化中的应用: 尽管深度学习在预测方面已取得显著进展, 其在物流优化领域的应用仍有待深入探索, 尤其是车辆路径问题的优化。未来研究可着重研究如何将深度学习用于实时路径优化、动态调度及数据预测等领域, 以进一步提高物流系统的敏捷性和准确性。

2) 计算机视觉技术在智能物流中的应用: 目前在智能物流中, 计算机视觉技术的应用相对较少, 但其在产品质量检测、库存监控及货物追踪方面具有巨大潜力。未来可在物流环节中增加计算机视觉技术的应用, 以提高物流过程中产品监控的精度, 保障产品质量并增强客户信任。

3) 人工智能与区块链的融合应用: 人工智能与区块链的协同应用在提高数据管理、增强物流系统透明度和安全性方面具有广阔的研究前景。例如, 结合区块链的智能合约技术可以提升电子商务物流系统中流程的自动化程度, 结合人工智能的智能算法可进一步优化运输和仓储等过程。

4) 优化数据传输与存储成本: 随着物联网设备的大量部署, 传感数据量急剧增加。未来研究可进一步探索如何高效地传输和存储物流过程中的实时数据, 同时降低存储和传输成本。例如, 可以利用深度学习和时间序列预测的技术来填补缺失数据, 并优化传感数据的采集频率, 以节约成本。

5) 可持续发展的智能物流: 除了技术优化之外, 未来研究可探讨智能物流的可持续发展, 包括如何减少碳排放、降低能耗和资源消耗等。通过优化资源利用率, 智能物流不仅可以提升运营效率, 还可以为电子商务企业的绿色发展提供支持。

5. 结论

综上所述, 本研究重点探讨了电子商务智能物流领域的趋势和研究空白。尽管产品质量检验和残疾人无障碍设计在市场中占据重要地位, 但在相关领域的研究相对不足。我们还发现, 人工智能是智能物流中使用最广泛的技术, 许多文章强调了其在提高数据可靠性和运营效率方面的潜力。我们的讨论提出了多个未来研究方向, 包括探索深度学习在解决车辆路径问题中的潜力, 利用计算机视觉技术改善产品验证和检验, 使用区块链增强物理安全性, 以及优化传感数据量和传输。此外, 在过去四年中供应链和智能物流中的人工智能应用得到了高度关注, 同时 WEB 3.0 和物流互联网等新兴主题也在逐步被探索。

参考文献

- [1] 何黎明. 我国智慧物流发展现状及趋势[J]. 中国国情国力, 2017(12): 9-12.
- [2] 李颜峰. 从《报告》看智慧物流新进展[J]. 中国储运, 2019(2): 37-39.
- [3] 佚名. 2019 智慧物流五大趋势[J]. 珠江水运, 2019(1): 34-36.
- [4] 张贵彬, 刘毅. 大数据和云计算技术在农产品冷链物流信息化中的应用[J]. 环球市场信息导报, 2015(27): 67.
- [5] 赵振强, 张立涛, 胡子博. 新技术时代下农产品智慧供应链构建与运作模式[J]. 商业经济研究, 2019(11): 132-135.
- [6] 韩丽敏. 大数据环境下的智慧物流园信息化平台建构[J]. 中国市场, 2018(24): 185-186.
- [7] Terrada, L., Khaili, M.E. and Ouajji, H. (2022) Demand Forecasting Model Using Deep Learning Methods for Supply Chain Management 4.0. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, **13**, 704-711. <https://doi.org/10.14569/ijacsa.2022.0130581>
- [8] Aci, M. and Dogansoy, G.A. (2022) Demand Forecasting for E-Retail Sector Using Machine Learning and Deep Learning Methods. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, **37**, 1325-1339.
- [9] More, A., Vij, S. and Mukhopadhyay, D. (2014) Agent Based Negotiation Using Cloud—An Approach in E-Commerce. *ICT and Critical Infrastructure: Proceedings of the 48th Annual Convention of Computer Society of India*, **1**, 489-496. https://doi.org/10.1007/978-3-319-03107-1_54

- [10] Simkova, N. and Smutny, Z. (2021) Business E-Negotiation: A Method Using a Genetic Algorithm for Online Dispute Resolution in B2B Relationships. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, **16**, 1186-1216. <https://doi.org/10.3390/jtaer16050067>
- [11] Kalkha, H., Khiat, A., Bahnasse, A. and Ouajji, H. (2022) Toward a Reliable and Responsive E-Commerce with IoT. *Procedia Computer Science*, **198**, 614-619. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.295>
- [12] Shouborno, S.A.I., Mahmud, T.I., Ishraq, N., Ali, R., Joy, T.H., Fattah, S.A., et al. (2019). Complete Automation of an E-Commerce System with Internet of Things. 2019 *IEEE International Conference on Robotics, Automation, Artificial-intelligence and Internet-of-Things (RAAICON)*, Dhaka, 29 November-1 December 2019, 81-86. <https://doi.org/10.1109/raaicon48939.2019.39>
- [13] Khatib, E.J. and Barco, R. (2021) Optimization of 5G Networks for Smart Logistics. *Energies*, **14**, Article No. 1758. <https://doi.org/10.3390/en14061758>
- [14] Guo, F., Ma, D., Hu, J. and Zhang, L. (2021) Optimized Combination of E-Commerce Platform Sales Model and Blockchain Anti-Counterfeit Traceability Service Strategy. *IEEE Access*, **9**, 138082-138105. <https://doi.org/10.1109/access.2021.3117906>
- [15] Xu, W., Shi, C.Y., Song, H.T. and Chen, Y.X. (2013) Applied Technology on Improving the Order Picking Efficiency in the Area of EC of China Post Logistics Based on Aco. In: *Advanced Materials Research*, Vol. 859, Trans Tech Publications, 486-491. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.859.486>
- [16] Xin, C., Liu, X., Deng, Y. and Lang, Q. (2019) An Optimization Algorithm Based on Text Clustering for Warehouse Storage Location Allocation. 2019 *1st International Conference on Industrial Artificial Intelligence (IAI)*, Shenyang, 23-27 July 2019, 1-6. <https://doi.org/10.1109/iciai.2019.8850832>
- [17] Issaoui, Y., Khiat, A., Bahnasse, A. and Ouajji, H. (2021) An Advanced LSTM Model for Optimal Scheduling in Smart Logistic Environment: E-Commerce Case. *IEEE Access*, **9**, 126337-126356. <https://doi.org/10.1109/access.2021.3111306>
- [18] Preil, D. and Krapp, M. (2021) Artificial Intelligence-Based Inventory Management: A Monte Carlo Tree Search Approach. *Annals of Operations Research*, **308**, 415-439. <https://doi.org/10.1007/s10479-021-03935-2>
- [19] Wanganoo, L. (2020) Streamlining Reverse Logistics through IoT Driven Warehouse Management System. 2020 *8th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions) (ICRITO)*, Noida, 4-5 June 2020, 854-858. <https://doi.org/10.1109/icrito48877.2020.9197929>
- [20] Zhang, Y., Liu, S., Liu, Y. and Li, R. (2016) Smart Box-Enabled Product-Service System for Cloud Logistics. *International Journal of Production Research*, **54**, 6693-6706. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1134840>
- [21] Zhao, Z., Hao, Z., Wang, G., Mao, D., Zhang, B., Zuo, M., et al. (2021) Sentiment Analysis of Review Data Using Blockchain and LSTM to Improve Regulation for a Sustainable Market. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, **17**, 1-19. <https://doi.org/10.3390/jtaer17010001>
- [22] Peng, M.J., et al. (2017) Recognizing Intentions of E-Commerce Consumers Based on Ant Colony Optimization Simulation. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, **33**, 2687-2697. <https://doi.org/10.3233/jifs-169318>
- [23] Zhang, M., Chen, G. and Wei, Q. (2015) Discovering Consumers' Purchase Intentions Based on Mobile Search Behaviors. In: Andreasen, T., et al., Eds., *Flexible Query Answering Systems*, Springer International Publishing, 15-28. https://doi.org/10.1007/978-3-319-26154-6_2
- [24] Hanafi, Suryana, N. and Hasan Basari, A.S.B. (2019) Convolutional-NN and Word Embedding for Making an Effective Product Recommendation Based on Enhanced Contextual Understanding of a Product Review. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, **9**, 1063-1070. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.9.3.8843>
- [25] Duong, D., Tan, H. and Pham, S. (2016) Customer Gender Prediction Based on E-Commerce Data. 2016 *8th International Conference on Knowledge and Systems Engineering (KSE)*, Hanoi, 6-8 October 2016, 91-95. <https://doi.org/10.1109/kse.2016.7758035>
- [26] Koehn, D., Lessmann, S. and Schaal, M. (2020) Predicting Online Shopping Behaviour from Clickstream Data Using Deep Learning. *Expert Systems with Applications*, **150**, Article ID: 113342. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113342>
- [27] Nursetyo, A., Setiadi, D.R.I.M. and Subhiyakto, E.R. (2018) Smart Chatbot System for E-Commerce Assistance Based on AIML. 2018 *International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI)*, Yogyakarta, 21-22 November 2018, 641-645. <https://doi.org/10.1109/isriti.2018.8864349>
- [28] Gao, Z. (2022) Precision Marketing Mode of Agricultural Products E-Commerce Based on KNN Algorithm. In: Hung, J.C., Chang, J.-W., Pei, Y. and Wu, W.-C., Eds., *Innovative Computing*, Springer Nature, 1151-1158. https://doi.org/10.1007/978-981-16-4258-6_141
- [29] Vallés-Pérez, I., Soria-Olivas, E., Martínez-Sober, M., Serrano-López, A.J., Gómez-Sanchís, J. and Mateo, F. (2022) Approaching Sales Forecasting Using Recurrent Neural Networks and Transformers. *Expert Systems with Applications*, **201**, Article ID: 116993. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.116993>

-
- [30] Huang, S., Huang, Y., Blazquez, C.A. and Chen, C. (2022) Solving the Vehicle Routing Problem with Drone for Delivery Services Using an Ant Colony Optimization Algorithm. *Advanced Engineering Informatics*, **51**, Article ID: 101536. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2022.101536>
- [31] Gu, Z., Zhu, Y., Wang, Y., Du, X., Guizani, M. and Tian, Z. (2020) Applying Artificial Bee Colony Algorithm to the Multidepot Vehicle Routing Problem. *Software: Practice and Experience*, **52**, 756-771. <https://doi.org/10.1002/spe.2838>
- [32] Wanganoo, L. and Patil, A. (2020) Preparing for the Smart Cities: IoT Enabled Last-Mile Delivery. 2020 *Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET)*, Dubai, 4 February-9 April 2020, 1-6. <https://doi.org/10.1109/aset48392.2020.9118197>
- [33] Issaoui, Y., Khiat, A., Haricha, K., Bahnasse, A. and Ouajji, H. (2022) An Advanced System to Enhance and Optimize Delivery Operations in a Smart Logistics Environment. *IEEE Access*, **10**, 6175-6193. <https://doi.org/10.1109/access.2022.3141311>