

人机共舞

大数据和人工智能在物流领域的应用

北京科捷智云技术服务有限公司 组编

龚志锋 闫丰 等编著



DANCING
WITH ROBOTS

APPLICATION OF BIG DATA AND AI IN LOGISTICS



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

人机共舞：大数据和人工智能在物流领域的应用

北京科捷智云技术服务有限公司 组编

龚志锋 闫 丰 夏 旭 石 超

陈建银 杨文霞 孟明明 陈新浩

编著



机械工业出版社

本书从物流业及大数据和人工智能的发展出发,详尽介绍了物流概念的产生与发展、物流效率的飞跃、物流管理的突破、物流自动化的变革及物流智能化的未来。将物流智能化的发展历程和发展脉络展现在读者面前,可以使读者对大数据和人工智能在物流领域的应用有较为深入的认识;同时还分析了物流智能化的发展趋势,可以帮助读者更清晰地展望物流智能化产业的未来。

本书适合物流从业技术人员及管理人员阅读,也可供高等院校相关专业师生参考学习。

图书在版编目(CIP)数据

人机共舞:大数据和人工智能在物流领域的应用/北京科捷智云技术服务有限公司组编. —北京:机械工业出版社, 2019. 8

ISBN 978-7-111-63235-1

I. ①人… II. ①北… III. ①数据处理-应用-物流管理②人工智能-应用-物流管理 IV. ①F252-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 147624 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:雷云辉 责任编辑:雷云辉

责任校对:孙丽萍 封面设计:鞠 杨

责任印制:张 博

三河市国英印务有限公司印刷

2019 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

148mm×210mm·5.625 印张·1 插页·137 千字

0001—6500 册

标准书号:ISBN 978-7-111-63235-1

定价:49.00 元

电话服务

客服电话:010-88361066

010-88379833

010-68326294

封底无防伪标均为盗版

网络服务

机 工 官 网: www.cmpbook.com

机 工 官 博: weibo.com/cmp1952

金 书 网: www.golden-book.com

机工教育服务网: www.cmpedu.com

前言

随着社会经济与科技的不断发展，物流行业也在经历着不断的更新与进步。所谓物流是指物质实体从供给者向需求者的物理性移动，它既包含了空间的位移，又包含了时间的延续，它可以是宏观的流动，也可以是同一地域、同一环境中的微观运动。因此可以看出，物流既存在于流通领域又存在于生产领域，无处不在，同时也与我们的生活息息相关。

国务院印发的《物流业发展中长期规划（2014—2020年）》中提到，物流业是融合运输、仓储、货代、信息等产业的复合型服务业，是支撑国民经济发展的基础性、战略性产业。加快发展现代物流业，对于促进产业结构调整、转变发展方式、提高国民经济竞争力和建设生态文明具有重要意义。

随着信息技术与科技的高速发展，传统的物流正在向智慧物流方向转变，各种物流的新理念、新科技、新尝试正在不断地涌现与发展。与传统物流相比，智慧物流是一个新兴产业，是物流业发展的必然结果，其顺应历史潮流，符合现代物流业发展的自动化、网络化、可视化、实时化跟踪和智能监控的发展新趋势，同时也符合物联网发展的趋势。大数据与人工智能技术的发展也为物流发展提供了新动力与新方向。1998年，《科学》杂志刊登的一篇介绍计算机软件的文章《大数据的处理程序》第一次正式使用了“大数据”一词。人们对于

海量数据的挖掘和运用，预示着新一波生产率增长和消费者盈余浪潮的到来。大数据时代的来临，不仅是技术的变革，也是思维的变革，随之而来的将是商业模式的改变。而人工智能的应用将引领物流行业更为快速地跨越机械化、自动化乃至物联网这个“半智能”物流行业阶段。因此大数据与人工智能的发展，为传统物流向智慧物流的转变提供了强大的动力。

北京科捷智云技术服务有限公司与北京科捷物流有限公司，均隶属于神州控股，分别专注于供应链领域的人工智能、大数据系统研发和为客户提供端到端的一站式供应链服务，以下均简称科捷。

科捷研发的人机共舞方案为国内第一个“车到人”AGV拣选方案，科捷还研发了业界首例悬挂式AGV系统，极大地提高了拣选与存储效率，并率先将AGV应用到B2B和B2C混合业务场景中。本书中的很多应用案例都为行业内首创，为智慧物流中的人工智能应用与大数据研究，提供了很好的探索和学习方向。

在大数据和人工智能不断发展的时代背景下，科捷依托其源自神州数码深厚的IT技术基因，应用自主研发的专业软件与大数据平台，对数据的挖掘、整合、分析与应用具有丰富的经验；与此同时，通过综合大数据、人工智能的科技优势，也为物流的发展与之后的创新提供了坚实的保障。

参加本书编写的人员都是工作在智慧物流行业的一线人员，具有丰富的项目与实践经验。主要作者龚志锋在国家级核心期刊发表学术论文六篇，获得国家知识产权局授权的发明专利、实用新型专利和外观设计专利四十余项，由他亲自设计的武清仓储机器人项目曾获得2018年度中国物流与采购联合会颁发的科学技术发明奖。

本书的出版得到了业界多位专家的支持与鼓励，在此深表感谢。同时还要感谢机械工业出版社的大力支持。由于时间仓促及作者水平有限，书中难免有疏漏不当之处，敬请广大读者批评指正。

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 物流概念的产生与发展	1
1.1.1 传统物流	1
1.1.2 现代物流	3
1.2 智慧物流	6
1.2.1 智慧物流的定位和特点	7
1.2.2 智慧物流的体系层次	8
1.2.3 推动智慧物流发展的动力因素分析	9
1.2.4 智慧物流的发展现状及存在的问题	11
第 2 章 物流效率的飞跃：自动化技术的引入	13
2.1 条形码技术	13
2.2 射频识别技术	17
2.3 自动扫描、称重与体积测量	22
2.4 自动输送系统与自动分拣系统	24
2.5 仓储管理系统	32
2.5.1 仓储管理系统简介	32

2.5.2 神州金库仓储管理系统	33
第3章 物流管理的突破：大数据时代的来临	43
3.1 物流管理	43
3.2 大数据与物流管理的新高度	46
3.2.1 大数据	46
3.2.2 大数据与物流管理的结合	48
3.2.3 基于大数据的物流管理平台 KXDATA	50
3.2.4 系统应用实例	71
3.2.5 KXDATA 大数据产品发展阶段	82
第4章 物流自动化的变革：人机共舞打造智慧物流	85
4.1 人工智能：赋予机器“计划”与“决策”能力	85
4.2 机器视觉：人工智能的双眼	89
4.3 物联网：人工智能的助推器	92
4.4 AGV 的发展与应用	96
4.4.1 AGV 概述	96
4.4.2 科捷的 AGV 研发	101
4.4.3 AGV 多模式合并的研究与应用	104
4.4.4 AGV 的多元化应用案例	112
4.5 人机共舞：仓储机器人的发展与智能实践	125
4.5.1 人机共舞 1.0：“车到人”模式的发明与应用	125
4.5.2 人机共舞 2.0：悬挂式机器人系统的研发与应用 ...	131
4.5.3 人机共舞 3.0：“货到人”高密度存储的设计与应用 ...	141

第 5 章 物流智能化的未来	148
5.1 智慧物流的演化	148
5.1.1 智慧物流产业规模不断扩大	148
5.1.2 智慧物流成为新风向	151
5.1.3 智慧物流的发展方向与目标	152
5.2 仓储无人化	155
5.2.1 仓储无人化的重要性	155
5.2.2 仓储无人化实施的难点	157
5.2.3 仓储无人化技术的集成应用：自动化立体库	158
5.3 结语	165
参考文献	167

第 1 章

绪论

1.1 物流概念的产生与发展

作为一种社会经济运动的形态，物流早在人类社会出现商品交换行为时就已经出现，其历史已有数千年之久。而中国是世界上最早建立有组织的传递信息系统的国家之一，最远可追溯至距今 3000 多年前的商朝，从殷墟出土的甲骨文中便有与传递信息相关的记录。随着经济的发展，物流的重要性越来越多地被人们所认识。所谓物流是指物质实体从供给者向需求者的物理性移动，它既包含了空间的位移，又包含了时间的延续，可以是宏观的流动，也可以是同一地域、同一环境中的微观运动。从以上几点可以看出，物流与我们的生活有着密切的关系，影响着我们日常生活的方方面面。

1.1.1 传统物流

物流的概念随着科技的进步、时代的发展以及人们认识的深入而不断演化。在西方，物流一词源于希腊语 λογιστικός，意为“计数科学”或“精于算计”；在英语中，物流最初为 Physical Distribution，即实物分配。在第一次世界大战期间，英国的利费哈姆勋爵开设了一家送货公司，该公司以即时送货为主要业务，将商品送至

全国范围内的客户手中。1935年，美国销售协会定义物流的含义为“物流是销售活动中的物质资料及服务从产地到消费地的种种企业活动”。

上述阶段的发展，被物流界普遍认为是物流的初始阶段。在20世纪60年代，通过对于货物流通的理解，日本最早开始使用物流这样一个概念。在物流概念没有正确提出之前，日本将与商品的流通过程有关的各项活动统称为货物流通技术。1956年，日本考察团在美国考察学习的过程中，意识到 Physical Distribution 便是日本国内通常认为的流通技术的内容，便将流通技术改名为 PD，从此 PD 一词在日本广泛使用。1964年，日本内阁的发展计划制订小组认为 PD 改为“物的流通”更加合适，次年，日本政府的官方文件中正式使用了“物的流通”这样一个术语，进一步简化，即为“物流”。

1979年，我国物流领域的相关学者参加在日本举行的第三届国际物流会议，这是我国代表首次参与国际物流研讨活动。随后，介绍物流知识的专业文章开始出现，物流专业著作相继出版，物流一词便普及并沿用至今。

一般来说，传统物流有以下几个特点：

(1) 只提供简单的位移 对于传统物流来说，货物只是简单地从一个地点通过不同的运输方式运送到另一个地点、另一个仓库，是为了满足生产与销售的需要而对货物进行的保管或者运输。

(2) 提供被动的服务 传统物流是被动付费进行传递，收货后才能了解货物的状态，货物传递过程中的状态不可知。只是简单的货物流动，不存在一定的资金流与信息流，只有等货物送达后，才会有货物相关的信息流。

(3) 响应慢 因为未能建立起一定的供应链系统,因此在货物运输的环节中缺乏有效的沟通机制,在一环扣一环的货物传递过程中,如果出现问题,不能及时响应。在成本方面,因为响应速度的关系,会额外造成多余的仓储费用,从而增加成本。

(4) 信息分散 在整个传统物流体系中,信息分散,各环节沟通效率较低,未能很好地衔接起每一个关联部门,使得关联部门未能形成一个有机的整体;协调机制缺乏造成整个物流过程中产生的费用无法精准掌控,从而造成一定的不必要的费用产生。

1.1.2 现代物流

1. 现代物流概述

第二次世界大战期间,美国在对作战物资等进行的战时补给调配中,第一次提出了后勤管理(Logistics Management),通过科学、经济的方法,对军火等作战物资和后勤物资的运输、补给进行全面、高效的管理,以实现物资的高效、有序配送。此后,后勤管理逐渐发展为一门单独的学科,并形成了后勤工程(Logistics Engineering)、后勤分配(Logistics of Distribution)等分支。

在20世纪50年代至70年代,人们对于物流的研究主要与商品销售有关,关注于流通过程中的商品实体,仍然是狭义的物流,因此使用Physical Distribution一词。而到了1986年,美国物流协会认为对于涵盖范围而言,Logistics相比Physical Distribution的概念更加宽广,作为物流的术语显然更为合适。因此,美国物流协会将Physical Distribution改为了Logistics,并对Logistics做出了定义:“物流是供应链的一个组成部分,是对货物、服务和相关信息从产生地到消费地的有效率、有效益的正向和反向流动及对存储进行计划、执行和控制,

以满足用户需求的一种活动”。

进入 20 世纪 80 年代后，传统物流已向现代物流转变。现代物流是物质资料由提供者向需求者的物理性运动，但又不仅仅是物和流的简单组合，它是经济、政治、社会与实物运动的有机结合，通过弥补或延长时间差来创造价值。

相比传统物流而言，现代物流具有以下特点：

1) 服务个性化、多样化。相对于以往传统物流提供的位置移动，现代物流还提供有更多个性化、多样化的服务。现代物流是一个综合体，对仓库、平台、网络等各方面进行了结合，可以为客户提供个性化、定制化、多样化的服务。

2) 现代物流是整体系统的优化。在现代物流中，与货物流转的所有信息、资金等将会汇集在一起，整合了所有的信息流、资金流等，使得企业的利润最大化，进一步提高了效益。

3) 现代物流业是供应商直接与消费者对接，物流领域随之延伸到全世界的每一个角落。

4) 现代物流是一个信息管理的过程。传统物流基本都是靠人力操作且过程繁多，易受时间和空间的制约。反观由计算机网络连接是现代物流业务流程，可以实现各流程的实时监控和高效管理，革新了物流企业的管理方法。

现代物流与传统物流的最大区别在于，现代物流将物联网、大数据、云计算和人工智能等技术相融合，从而形成了更具时效的物流新业态。

现代物流价值链由终端用户、个体车主、专业运输车队、物流公司、供应链服务公司五个主体和供应链平台、物流管理平台、电商平台、客户服务平台四个平台组成。通过互联网技术，现代物流将整个物流价值链上的原料、采购、产品制造、仓储、电子商务和配送等物

流环节有机联系起来,以降低物流成本,提高服务质量。同时,通过信息互通,现代物流有效避免了信息孤岛,可为供应商、生产商、消费者提供运输、仓储、包装、配送等全方位的信息服务,以降低运营风险。

2. 现代物流的发展

现代物流经过长期的发展,其内容已经扩展到运输、存储、包装、物料搬运、订单处理、预估、计划制订、原料购买、售后服务、仓库选址、退货处理等其他分支。现代物流在总体上可分为外部物流与内部物流,在较大范围内的物流过程都被称为外部物流,例如城际、省际甚至国之间的物流;而内部物流主要指仓储物流,即在一定工作范围内的物流运动,例如工厂里的零件在不同工位间流动,又比如电商配送中心里,工作人员将订单商品从货架上取出。随着社会的发展,外部物流与内部物流的界限逐渐缩小,用户的收件地址也变成了配送中心的一个工位。

现代物流的核心在于有机整合了物流过程中的生产、销售、包装、装卸、运输、存储及配送等信息,以达到对各类资源的高效利用。并且在充分有效地组合各项物流活动的基础上,形成了以客户为本的服务宗旨,从源头上节约了企业成本,提高了流通效率,增加了效益。

物流的概念仍然处于不断的发展之中,进入21世纪以来,物流的概念已经朝着物流管理、供应链管理的概念转变,着重于整体的优化,包括合理地进行运输、仓储自动化、包装标准化、装卸机械化、加工配送一体化、信息管理网络化等。物流行业水平的高低从侧面反映了一个国家的综合国力,因此物流也将一直受到各方的关注和重视。

1.2 智慧物流

现代物流与信息技术密不可分，随着移动互联网时代的到来，云计算、大数据、物联网、物流自动化及人工智能技术不断成熟，更加智能化、智慧化的物流正逐渐进入人们的视野，物流互联网时代即将到来，引发新一轮的产业变革。物流互联网的主要特征如图 1-1 所示。

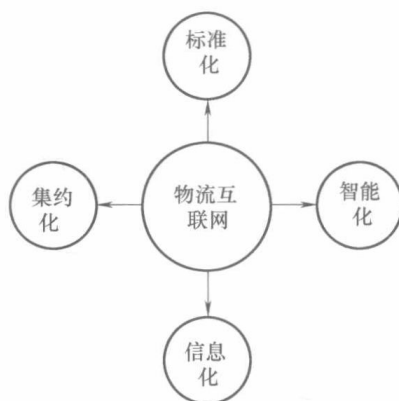


图 1-1 物流互联网的主要特征

当前物流产业的发展增速和业务规模逐渐放缓，物流产业进入全新的转型优化升级时期，急需新的发展方式和发展模式。在国家供给侧结构性改革的大环境下，物流企业应主动整合行业资源，以先进物流技术为基础，以共享协同为发展理念和目标，探索“互联网+物流”的智慧物流发展模式与实现途径，达到物流产业的全面转型与

升级, 打造满足现代物流业发展要求的智慧物流发展模式。所以, 从传统物流实现转型升级的角度来看, 智慧物流已经成为一种不容忽视的趋势, 探索未来我国智慧物流的发展趋势及具体的改进提升策略, 尤为重要。

1.2.1 智慧物流的定位和特点

2014年10月, 国务院印发《物流业发展中长期规划(2014—2020年)》, 其中明确指出要加快作为国民经济基础性、战略性产业的现代物流业的发展, 建立并完善布局合理、技术先进、便捷高效、绿色环保的现代智慧物流服务体系, 有力支撑物流服务的转型升级。

智能化是物流业发展的必然趋势, 智慧物流是物流业发展的必然结果。智慧物流的发展符合历史潮流, 以及现代物流发展的自动化、智能化、网络化的新趋势。从传统物流向智慧物流的转变可以分为四个阶段, 即粗放物流时代—系统化物流体系时代—电子技术物流时代—智慧物流时代。粗放物流时代是现代物流的初级萌芽阶段; 系统化物流体系时代是现代物流形成的必经阶段之一; 通过运用现代电子技术, 能够使物流中的人力、物力成倍增长, 电子技术物流阶段是现代物流发展阶段中最为迅速的阶段; 智慧物流则是现代物流发展的突破, 是能够适应未来发展的一个方向。

智慧物流建立于物联网的大范围应用之上, 通过智能硬件、物联网、大数据等智慧化技术与手段, 提高物流系统分析决策和智能执行的能力, 提升整个物流系统的自动化、智能化和网络化水平。智慧物流的主要特点如下:

(1) 自动化 随着互联网和物联网技术的发展, 物流自动化技术也在不断进步。从最初的通过连线的被动感知到后来的通过无线的主动感知, 并对感知的命令根据预设条件进行简单判断然后自动执

行。智慧物流的自动化则体现在借助物联网技术连接入网，可以在互联网基础设施上架构自动化系统，可以按照模块化理论对物流自动化系统进行柔性调整。

(2) 智能化 自动识别技术与智能技术的应用，使智慧物流在最大程度上具备了情景感知和分析决策及自主学习能力。智慧物流模式依托智能软件与智能软件的系统集成，以及利用物联网技术，具备执行力和全面感知能力，并且能够通过智能技术进一步知道这种能力是如何产生的，进而可以不断学习提升、进化、迭代升级。

(3) 网络化 现代物流活动不再是过去单一的物品运输，而是着重体现为各个行业的相互渗透、共同影响。智慧物流模式通过物流公共信息平台的建设，可利用互联网跨区域地实现整个物流运作过程的信息传递，使平台与各供应链环节的信息系统对接更加高效，达到运作信息的及时性和一致性，提高运行效率。

随着科学技术的不断发展，智慧物流体系将会越来越完善。随着智慧物流的深入推进，互联网、工商业、制造业、贸易等各行业的关系将会更加密切。全社会的供应链体系及物流资源将会得到进一步的优化，推动供给侧结构性改革。

智慧物流具有以下几个作用：①帮助物流企业节约成本，提质增效；②为企业购、产、销系统的深度融合提供基础，提高企业竞争力；③有助于信息流与物质流快速、高效、通畅地运转，从而提高生产效率，整合社会资源。

1.2.2 智慧物流的体系层次

根据所涵盖范围的不同，智慧物流体系可以分为企业智慧物流、区域智慧物流、物流行业智慧物流和国家智慧物流四个层次。

(1) 企业智慧物流 企业智慧物流着力于促进物流企业对智能

化技术的应用,如传感器技术、无线射频识别技术、物联网技术、大数据技术、移动通信技术等,以实现企业内部的自动化、信息化和网络化。企业层级的智慧物流意在孵化一批具有示范性的新技术典型物流企业,并发挥自己的带头作用,带动别的物流企业。

(2) 区域智慧物流 作为连接区域内各客户企业的核心部分,区域物流信息系统是打造区域智慧物流的关键。该系统可以将区域物流体系中的各个层面、各个环节连接起来,形成一条完整的信息链。

(3) 物流行业智慧物流 通过包括人工智能等在内的移动互联网技术,加强物流行业中各企业的互通互联,并加强先进技术的应用及新技术的开发,以此增强物流企业间的联系,形成行业间的智能化网络。

(4) 国家智慧物流 国家层面的智慧物流旨在打造一体化的交通运输网络(快速公路货运网络、港口集疏运输网络、航空运输网络等)和现代物流支持平台,并制订统一的标准和信息系统,以统筹兼顾、资源互补和合理利用为目标,以物流一体化实现同步互联,推动整个经济的快速增长。

1.2.3 推动智慧物流发展的动力因素分析

传统物流向着智慧物流的发展过程是多种动力因素相互作用的结果,这些动力因素包括技术因素、企业因素和政策因素等。

1. 技术因素

智能硬件、物联网、大数据等智慧化技术与手段的发展,有力推动了物流系统分析决策和智能执行能力的提高,提升了整个物流系统的智能化、自动化水平。智能新技术在物流领域的创新应用模式的不断涌现,成为智能物流大发展的基础,不仅推动了电子商务平台的发展,还极大地推动着物流业的发展与变革。