

基于人工智能的自动化立体仓库设计与实现

Zixu Li

北京理工大学徐特立学院 北京

【摘要】近年来，随着电子商务的快速发展，自动化仓库已成为现代物流系统的核心组成部分，被各大企业广泛应用，以提高物流效率并降低成本。通过人工智能技术的实施，仓库自动化系统实现了自动识别、规划、调度和控制功能，极大地提升了仓库的智能化水平。本文将详细介绍基于人工智能的自动化仓库的设计和实现过程。首先，本文探讨了在自动化立体仓库设计中融入人工智能技术的必要性和优势。然后，本文通过具体案例分析，阐述了人工智能技术在自动化仓库中的应用，包括自动识别、自动规划、自动调度和自动控制。最后，本文总结了基于人工智能的自动化仓库设计和实施的关键步骤和方法，并展望了该领域未来的研究方向和发展趋势。总之，将人工智能技术融入自动化立体仓库的设计和实现中，可以实现仓库管理的智能化，提高物流效率并降低成本。

【关键词】人工智能；蚁群算法；自动化；立体仓库；设计

【收稿日期】2025 年 6 月 3 日

【出刊日期】2025 年 7 月 8 日

【DOI】10.12208/j.ica.20250003

Design and implementation of automated stereoscopic warehouse based on artificial intelligence

Zixu Li

XUTELI School, Beijing Institute of Technology, Beijing

【Abstract】In recent years, with the rapid development of e-commerce, automated warehouses have become the core component of modern logistics systems and are widely used by major enterprises to improve logistics efficiency and reduce costs. Through the implementation of artificial intelligence technology, the warehouse automation system has achieved automatic identification, planning, scheduling, and control functions. This has greatly enhanced the level of intelligence in the warehouse. This paper will provide a detailed introduction to the design and implementation process of an automated warehouse based on artificial intelligence. First, we will discuss the necessity and advantages of incorporating artificial intelligence technology in the design of automated three-dimensional warehouses. Then, through the analysis of specific cases, this article explains the application of artificial intelligence technology in automated warehouses. This includes automatic identification, automatic planning, automatic scheduling, and automatic control. Finally, this paper summarizes the key steps and methods involved in the design and implementation of an automated warehouse based on artificial intelligence. It also highlights the future research directions and development trends in this field. In short, by incorporating artificial intelligence technology into the design and implementation of automated three-dimensional warehouses, we can achieve intelligent warehouse management, enhance logistics efficiency, and reduce costs.

【Keywords】Artificial intelligence; Ant colony algorithm; Automation; Three-dimensional warehouse; Design

1 简介

我国智能自动化立体仓库系统发展尚处于起步阶段，发展空间巨大。人工智能技术具有强大的计算和推理能力，将其应用于立体仓库设计可以提高系统效率、

降低成本，是智能自动化立体仓库发展的核心技术之一。本文从人工智能的视角，分析了人工智能在自动化立体仓库中应用的必要性，提出了基于人工智能的自动化立体仓库系统设计框架，并分析了系统实际应用

注：本文于 2023 年发表在 *Advances in Computer and Communications* 期刊 4 卷 5 期，为其授权翻译版本。

中可能存在的问题，为智能自动化立体仓库系统的设计与实施提供有益的参考。

2 基于人工智能的自动化立体仓库设计与实现

2.1 自动化仓库系统

自动化立体仓库(AS/RS)是指由货架、隧道式堆垛机、隧道式穿梭车和调度系统组成的存储设备系统，实现自动化存储和分拣。自动化立体仓库是现代物流系统的重要组成部分，它集成了存储设备、输送设备、分拣设备和其他物流设备，高效地完成货物的搬运、分拣、存储等功能，是物流作业中最复杂的仓储形式。在自动化立体仓库中，货架和隧道式堆垛机是核心设备。货架作为货物的存储单元，负责将货物输送到指定位置；堆垛机负责将货物从货架上卸下；调度系统负责将不同类型的货物分配到不同的搬运设备，包括叉车和自动分拣设备。自动化立体仓库系统需要完成货物的搬运、存储等操作，并根据货物的类型进行分类和分拣，以提高存储效率。

自动化仓库系统由控制系统、堆垛机系统、调度系统等多个子系统组成。这些子系统通过控制和通讯设备进行信息交换和共享，实现对仓库内货物的管理和控制。堆垛机主要完成货物的搬运和存储任务；巷道堆垛机主要完成货物的装卸任务；调度系统主要负责协调各子系统之间的工作，保证各子系统的高效运行。

2.2 智能仓储系统设计与实现

智能仓储系统是指通过人工智能技术、物联网技术等实现自动化立体仓库的智能化运行，并通过大数据分析、云计算技术等提升数据处理和存储能力。在智能仓储系统中，可以引入蚁群算法来优化货物的存储和配送，提高仓储效率。蚁群算法是一种基于模拟自然界中蚂蚁寻找食物行为的优化算法，广泛应用于解决物流和供应链管理中的优化问题。

首先，建立基于蚁群算法的模型，将货物的存储与配送问题转化为类似蚂蚁寻找食物的优化问题。在该模型中，蚂蚁根据货物的需求信息和仓库的存储信息，选择到达目标货物的最优路径。同时，蚂蚁会根据路径上的信息素浓度和其他蚂蚁的选择情况调整自身的选择策略，最终找到最优解。其次，将该算法融入到智能仓储系统的设计中。利用物联网技术获取货物的需求信息和仓库的存储信息，然后利用蚁群算法对获取的数据进行处理和分析，计算出货物的最优存储与配送路径。接下来，根据计算结果，通过控制智能仓储设备

(如自动化立体仓库、机器人等)实现货物的自动识别、分类、存储和配送。此外，还可以引入遗传算法、粒子群优化算法等其他群体智能算法，丰富和完善智能仓储系统的优化策略。

实施过程中需要注意几个关键问题。首先，信息获取的准确性和及时性对算法的优化结果至关重要，因此需要确保物联网技术的稳定性和可靠性。其次，蚁群算法虽然具有很强的全局搜索能力，但在解决大规模问题时可能陷入局部最优解，因此需要通过设置合理的算法参数、调整算法策略来提升算法的全局搜索能力。此外，智能仓储系统的实施还需要考虑与现有系统的集成兼容性，以及系统运行的安全性和稳定性。

3 基于人工智能的自动化立体仓库设计与实现核心

3.1 需求分析

自动化立体仓库是物流系统的重要组成部分，可以实现高密度存储和高效作业。目前，我国仓储企业大多采用传统的人工作业模式。这种方式虽然可以保证货物的高密度存储，但仍然存在一些不足。首先，人工作业效率低，且只能处理有限数量的货物。其次，人工作业需要大量的人力和物力支持。此外，由于人工成本相对较高，导致仓储成本较高。

因此，自动化立体仓库应结合人工智能技术进行优化升级。通过智能算法实现货物的高效分类和分拣，从而减少仓库人员数量。此外，利用人工智能技术实现自动化计划和调度，进一步减少人员需求。此外，还可以利用智能算法对货物进行定位和导航，从而提高仓储作业的效率 and 准确性。

3.2 实施计划

本设计采用三层结构，其中第一层为“人工货架”，第二层为“堆垛机”，第三层为“输送线”。三层各由一个“人工货架”、“堆垛机”和一条输送线组成，并通过信号接口连接。机器人(AGV)负责读取外部数据并传送到“人工货架”内的货物，完成自动存取工作。整个系统中，所有设备均由PLC控制。整个系统由计算机编程实现，并采用传感器、机械臂、光电传感器、电机等各种智能设备，提高系统的智能化水平。

该系统主要包括以下功能模块：(1)存储与搬运；(2)传输与控制；(3)监控与管理。

3.3 系统架构

自动化立体仓库由若干个作业单元组成，每个作

业单元都配备相应的智能设备,例如智能叉车、智能AGV小车和智能机器人等。其中,AGV是整个系统的核心。AGV是一种能够自主行驶并规划路径的自动化设备,由车把和驱动电机组成。AGV通过安装在底盘上的传感器接收信息,并在接收计算机发出的指令的同时,根据指令向计算机发送指令^[1]。

任务均由机器人完成。其中,机器人是自动化立体仓库中的关键设备,用于完成出库、拣选、搬运、存储等各项工作。在整个系统中,AGV扮演着重要的角色。

3.4 项目计划和预算

(1) 项目规划包括需求分析、设计方案、施工方案、设备选型、控制系统设计等内容。项目规划要考虑整个项目的整体性,对整个项目进行总体规划,避免浪费。

(2) 预算:项目预算主要包括设备采购、土建施工、软件开发等。根据系统功能,我们需要的设备会按照不同的型号进行选择,然后确定相应的价格。在软件开发过程中,我们需要根据软件的功能进行划分,然后将软件划分成不同的模块。

4 基于人工智能的自动化立体仓库设计与实施策略

4.1 加强顶层设计,推动技术创新

建议在国家层面加强智能自动化立体仓库的顶层设计,明确发展目标,加强统筹规划,确保顶层设计落到实处^[2]。一方面,要充分发挥行业协会等行业组织的作用,协调不同地区、行业的骨干企业、科研单位、高等院校,对智能自动化立体仓库的发展现状、挑战和需求进行调研,深入了解市场需求和技术趋势,为行业企业提供市场咨询和技术培训服务。另一方面,智能自动化立体仓库技术的研发工作正在国家层面开展,并被列入国家重大科技专项。同时,要明确科研单位和企业的研发责任和分工,支持高校、科研院所和企业紧密合作开展研发工作。鼓励科研人员与企业开展联合技术攻关,推动智能自动化立体仓库系统关键技术发展。

4.2 重视系统集成,构建技术体系

传统自动化仓库系统设计采用分层技术体系,主要由物流系统、信息系统和控制系统三个主要部分组成。物流系统又包含货物存储、货物处理和货物配送等子功能。该系统在实际实施中存在一些缺陷。随着订单量的增加,任务的复杂性也随之增加,这可能导致物流

作业过程中的操作失误。物流系统、信息系统和控制系统之间的数据交互不够顺畅,数据共享程度较低。此外,自动化仓库的建设周期较长,投资成本较高。人工智能技术可以优化物流作业流程,降低人工操作的失误率,提高工作效率。因此,在设计智能自动化仓库时,必须强调集成性,将不同的功能模块集成到同一个物理空间中,构建完整的仓库技术体系。同时,应采用模块化技术,提高自动化仓库的灵活性和可扩展性,使其能够适应不同类型企业的需求。

4.3 重视标准规范,落实实际应用

人工智能技术的应用需要标准化的引导,尤其是在自动化立体仓库的应用中,系统设计、集成和运行都需要标准化。目前,在自动化仓库领域,智能自动化仓库的设计、集成和运行尚无标准规范。因此,从系统设计到实际运行的整个过程都需要相应的标准来指导^[3]。

智能自动化仓库系统的设计是一项复杂而庞大的系统工程,涉及众多学科。当人工智能技术应用于立体仓库系统时,需要有完整的顶层设计,从顶层进行统筹规划。同时,在具体的项目实施过程中,要注重细节和具体环节,确保项目的实施效果。例如,一个自动化仓库系统通常包含多个子系统和设备,对每个子系统和设备都应该有明确的规范要求,才能确保每个子系统和设备都能按照统一的标准规范进行设计和实施。

自动化立体仓库系统的建设涉及多个学科,应重视标准的制定和应用。在自动化立体仓库系统的建设中,应充分考虑智能化、数字化、信息化等技术要求,按照国家相关标准和规范进行建设,确保工程符合国家相关标准^[4]。

4.4 重视人才培养,夯实技术基础

人工智能技术的应用需要计算机技术、控制理论、信息处理等方面的知识。智能自动化立体仓库的发展离不开人才的支持,人工智能技术的研究需要复合型人才,需要人工智能技术专业人才对信息处理技术、智能控制技术、机器人系统控制与编程等方面的知识有深入的了解,对相关技术有较深的理解和认识。需要培养兼具计算机知识和物流知识的复合型人才,注重复合型人才的培养模式^[5]。

人工智能技术在智能自动化立体仓库系统中的应用,需要对现有的机器人设备进行升级改造,将现有的机器人设备与人工智能相结合,以提高仓库的效率和自动化程度。因此,需要在现有机器人设备的基础上增

加智能模块,并将人工智能模块集成到机器人设备中。同时,应加强现有自动化立体仓库系统的升级改造,确保其智能化水平。此外,应加大新型自动化立体仓库系统的研发力度,以更好地满足物流行业不断发展的需求,使智能自动化立体仓库系统能够更好地发挥其功能并满足性能要求。

4.5 开展试点示范,提升行业影响力

为开展智能自动化立体仓库应用试点示范,某物流企业(简称该公司)建设了集仓储、运输、分拣、包装等功能于一体的自动化立体仓库试点仓库。该自动化立体仓库系统应用人工智能技术,实现货物自动识别、自动拣选、自动入库,提高工作效率。同时,试点仓库利用RFID(射频识别)技术,实现货物的自动识别和分拣,快速准确地进行货物拣选,减少人工操作可能出现的错误^[6]。

试点仓库的建成运行,解决了企业货物存储、分拣等诸多难题,显著提升了企业的自动化水平和效率。企业利用试点仓库积累的数据,分析总结出一套适合企业的智能自动化立体仓库系统运营模式。智能自动化立体仓库系统实施后,企业采用智能化管理模式进行运营管理,取得了显著成效。

智能自动化仓库作为现代物流发展中形成的一种新模式,具有成本低、效率高的特点,随着人工智能技术和智能自动化仓库系统技术的不断发展和完善,将会有更多的企业将其应用到实际生产中。

5 结论

随着人工智能技术的不断发展,人工智能技术在物流领域,特别是在自动化立体仓库系统中的应用日益广泛,包括智能立体仓库规划、货物自动存取运输、货物自动分拣等。本文分析了智能自动化立体仓库的内涵和特点,提出了一种基于人工智能的自动化立体

仓库系统设计框架。该设计框架由控制层、管理层和人机交互层组成。控制层由运动控制模块、PLC控制模块和数据采集模块组成;管理层由立体仓库系统、数据采集模块和数据处理模块组成;人机交互层包括仓库操作员、管理人员、数据采集人员等。该设计框架为智能自动化仓库的设计和 implement 提供了有益的参考。

参考文献

- [1] Bai Baoqi; Cai Jiyun. Design and Implementation of automated Warehouse based on Artificial Intelligence [J]. Information and Computer (Theoretical Edition), 2022(04):177.
- [2] Wang Rui. Based on NET intelligent warehouse management System design and implementation [J]. Henan Science and Technology, 2020(06):16.
- [3] Yin Panpan. Research on Design of automated warehouse based on Modern Logistics [J]. Science and Technology Economics Guide, 2018:28.
- [4] Jia Tiegang. Design and Implementation of automated Warehouse Management System [J]. Logistics Engineering and Management, 2022(07):44.
- [5] Hou Zhongkun. Design of automated three-dimensional warehouse with sorting function based on PLC [J]. Encyclopedia Forum Electronic Journal, 2019:597.
- [6] Zhang Weidong, Zhang Zekun. Design and implementation of automatic intelligent warehouse System based on Internet technology [J]. Hunan Paper, 2022(01):51.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

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



OPEN ACCESS