

基于数字孪生技术的智慧仓储应用现状及发展趋势

田 晨 李 慧

中国移动通信集团山东有限公司 山东济南 250001

摘要:近年来,随着经济发展和科技进步,工业自动化技术在生产过程中的应用越来越广泛,特别是计算机技术的发展使其成为工业生产自动化的重要组成部分。在此背景下,“智慧仓储”这一概念也被提出来。智慧仓储是利用现代信息与通信技术将各种智能设备集成到物流系统中,从而实现供应链管理和提高物流系统效率的过程;它主要包括了物流系统软件、网络设备、传感器、控制软件和智能硬件等方面组成。

关键词:数字孪生;智慧粮库;粮食仓储

Application status and development trend of intelligent storage based on digital twin technology

Chen Tian, Hui Li

China Mobile Communications Group Shandong Co., LTD., Jinan, Shandong, 250001

Abstract: In recent years, with the economic development and scientific and technological progress, industrial automation technology in the production process is more and more widely used, especially the development of computer technology makes it become an important part of industrial production automation. In this context, the concept of “intelligent warehousing” has also been put forward. Intelligent warehousing is a process that integrates all kinds of intelligent equipment into the logistics system by using modern information and communication technology, to realize supply chain management and improve the efficiency of the logistics system. It mainly includes logistics system software, network equipment, sensors, control software, and intelligent hardware.

Keywords: Digital twin; Intelligent grain storage; Grain storage

随着科技的发展,数字孪生技术已成为智能制造中的关键技术之一,数字孪生在物流仓储领域也得到了广泛的应用。在物流行业中,数字孪生能够将实际系统过程中的物理过程和逻辑状态映射到虚拟世界当中,从而对实际运行结果进行仿真模拟,实现优化运行,有效提高效率。数字孪生技术主要通过以下三种方式来实现:物理世界和数字世界的映射、仿真模拟和现实环境之间的映射、物理和数字模型之间的映射。随着物联网、云计算、大数据等技术越来越成熟,物联网+5G+云平台将成为智慧仓储行业的核心。通过物联网与云平台融合可以有效提高仓储空间使用率;通过5G网络实现精准定位、动态定位能极大提高作业效率,同时也是智能物流行业“人—货—场”互联互通不可或缺的技术手段之一;云计算可以有效降低仓储成本。因此在未来5G+云+智能装备将成为物流行业发展趋势。

一、数字孪生技术的发展

数字孪生是对物理模型的数字表示,是一个在多学科、多物理场、多尺度下仿真的集成系统。它能够在虚拟空间中映射出真实世界中一切,包括实体和系统本身,还能反映整个生产过程和整个社会的运行。而在我国,关于数字孪生技术的研究始于2009年。2018年3月17日,工信部正式发布《工业互联网平台试点示范项目名单》。中国工程院院士邬贺铨等人在接受媒体采访时指出,“我国已经具备了基于数字孪生模型的新一代信息基础设施建设能力,为工业互联网产业发展奠定了坚实基础”。2020年6月13日《“十四五”国家信息化规划》明确指出“加快工业互联网发展,全面提升制造业数字化、网络化、智能化水平”要求。中国工程院院士李毅成认为:“数字孪生技术可以帮助我们提升企业生产效率和自动化水平”。2022年3月9日,国务院印发《关于加快发

展先进制造业打造高质量发展新引擎的意见》(以下简称《意见》)指出要重点推动先进制造技术创新突破和产业基础高级化、产业链现代化水平提升,充分发挥先进制造业对经济社会发展的支撑作用。

二、数字孪生在智慧仓储中应用场景

仓储企业可以通过构建数字孪生体,将实际的系统运行结果和物理模型进行映射,以实现整个仓储系统的动态仿真和优化运行。在智慧仓储领域,数字孪生技术主要用于解决库存管理问题,可以实现对库存情况的实时监控,从而保证仓储空间在合理的时间内达到最高的使用率,减少资源浪费。数字孪生技术为仓库选址、设备选择及布局提供了重要参考依据。数字孪生模型可以通过仿真模拟来帮助管理者更好地了解实际操作人员在仓储中所做的决策。根据业务流程进行优化和改进,提高仓库管理效率。根据业务流程进行优化能够显著降低作业成本和运营成本,提高仓库运营效率同时还能大幅提高生产作业效率。通过数字孪生系统能够实时监控库房内各设备的运行情况,从而实现对设备状态及库存货物量等信息在虚拟空间中进行实时展示。通过对仓库作业现场进行实时监控和智能决策,可以有效减少作业人员的工作时间和生产成本以及库存成本。利用数字孪生技术能够有效提升工作效率、优化作业流程、实现生产和物流的实时协同管理。

三、机器人技术

在工业自动化领域,机器手臂是一种典型的应用,它可以代替人工完成诸如搬运、装配、包装、清洗等机械操作任务。从机器人本体上看,目前的主要任务是自动搬运和物料分拣。从机械臂角度看,目前有六轴及以上机械手和六自由度(IMU)机械手,并逐渐向七轴方向发展。在六自由度(IMU)机械手中,末端执行器被设计为一个标准模块来识别和执行操作任务。从物流机器人的角度看,目前主流的六自由度(RV)机器人分为三种:RV末端执行器、两轮机器人、三轮机器人(包括自走式和轮转式)。从控制方式来看,目前大多数是通过视觉或传感器等方法进行控制。在智慧仓储中,通过机器人与物流系统间的通讯,可以实现对设备运行状态(如是否在工作、是否故障等)的实时监控和数据采集,并将数据反馈到相关设备中进行相应控制。

四、D打印技术

在制造业中,D打印技术主要用于打印设备或零部件,比如:机床、机器人及零部件等。

4.1 D印技术:目前有以下几种技术可以应用到智

慧仓储领域:3D打印、激光打印(包括激光选区熔化)、3D喷墨印刷等。

4.2 3D打印材料主要有金属材料 and 陶瓷材料两种。

金属材料主要是在打印机内部的金属粉的基础上进行激光烧结而成,而陶瓷材料则是通过使用高温烧结后产生的陶瓷颗粒来制作出,因此,两种工艺的结合使用可以制造出各种金属材料。

4.3 3D喷墨印刷:目前主流的D印设备多为激光和喷墨一体化。

4.4 D/X打印机:与传统打印机相比,D/X打印机可以实现快速打印功能,这也是其发展趋势。

五、RFID

RFID技术在智慧仓储中的应用,主要有三个方面:一是物品管理,包括货位信息、产品状态信息、库存信息的管理;二是自动化装卸和搬运,如叉车在货物运输过程中,通过自动装卸和搬运设备进行货物的操作;三是仓储作业管理,即仓库内存储的货品从生产线转移到成品仓库,从成品仓库转移到生产线。目前我国仓储行业对RFID技术的需求比较旺盛,国内拥有完善的RFID相关产业链。但同时也存在一些问题:第一点就是我国企业在研发方面投入不足;第二点是RFID技术标准体系不完善。在未来智慧仓储发展中,一方面,物流领域的仓储智能化将逐步向自动化、智能化、精细化、网络化靠拢。另一方面,未来的智慧仓储也将向数字化智能化方向发展。数字孪生技术是推动现代信息技术进步和产业转型升级的重要力量;而物联网、云计算、大数据和人工智能等先进技术又为孪生体数字感知交互、信息处理与分析提供了平台。

六、激光扫描与识别(激光雷达)

激光扫描与识别(LiDAR)是一种以激光为主要传感器的自动化技术,可以用来获取目标的位置和速度信息,通过建立距离与速度之间的函数关系,实现物体的快速检测与识别。近年来,由于激光扫描技术发展迅速、精度高、体积小及易维护等优点,使得激光扫描技术应用于智慧仓储中成为可能。目前激光扫描技术主要有三种方式:基于机械扫描方式,如手持式与固定平台相结合的机械扫描;基于光学扫描方式,如光栅盘+光栅矩阵;以及由多个光电二极管和光学元件组成的光波导阵列进行光电探测。其中以激光反射式测距为代表的机械式测距方法已经成为主流。在智慧仓储中采用这种测距方法可以实现货物的快速、高精度定位。目前在仓储系统中主要应用于分拣线以及搬运机器人上,在仓库中需

要用到多个传感器来感知货架上货物位置以及货物属性等等。在分拣机器人上还需要一个视觉传感器，以保证其视觉成像效果和速度。

七、人工智能算法技术（深度学习算法）

深度学习是一种基于神经网络的机器学习方法，利用大量已有数据进行训练，从少量数据中学习所需参数。在实际应用中神经网络分为三个层次：

第一层为感知层，包含大量可感知变量、输入信号和输出结果；

第二层为逻辑层，包含输入输出变量、逻辑运算等；

第三层为表示层，包括模型结构和参数等。

这三个层次的作用是将网络的结构进行简化以达到更加合理的结构。

八、不同的方案与系统

根据以上分析，可以看出不同的方案有各自的优势，但都存在着一些缺点。比如智能仓储系统中存在一定数量的冗余，一旦某个环节出现问题，整个系统将面临瘫痪：

8.1 仓库管理人员需要每天在各个仓库之间跑来跑去，处理大量的数据，浪费大量时间；

8.2 设备需要根据用户的订单要求进行调整，增加人工操作环节；

8.3 设备之间互相干扰导致不能正常运行。

因此如何解决这些问题成为了当下研究热点。数字孪生技术也在不断发展和完善中，目前比较成熟的有以下三种：“物—机—人”数字化孪生体构建：“3I”理论（即Infrastructure、Information、Discreet）；数字孪生仿真平台技术；三维建模系统：BIM+3D建模技术；虚拟现实（VR）交互技术。

九、发展趋势

随着数字孪生技术在智慧仓储领域的不断成熟，将推动智慧仓储领域的转型升级。智能仓储行业需要在数字孪生和物联网等新技术的驱动下，构建以大数据为基础技术，融合智能机器人和各类传感器等设备，通过先进信息管理和控制技术与物联网、大数据、云计算等新一代信息技术紧密结合，不断优化仓储系统设计和运营

模式，以达到最优管理效果。未来数字孪生技术与其他智能化技术协同创新为仓库管理提供全方位支撑。如采用多传感器、无线射频传输等网络通信系统以及先进的控制信息系统（如计算机控制系统）以及各种传感设备（如机械手臂等），构建多个数字孪生模型来协调管理整个物流系统和作业流程的运行状态，对物流过程中各个环节的状态进行实时监测、控制、预测、优化等。随着数字孪生技术的不断成熟和发展，可以在各个领域得到广泛应用。但与此同时也要看到，由于数字孪生技术具有通用性强与可扩展性好两大特点，在未来几年内将是智慧仓储设备的发展趋势。

十、结语

目前，智慧物流已进入新的发展阶段。随着经济和科技的快速发展，物流市场规模持续扩大，物流业成为国民经济的重要组成部分，产业结构优化升级，市场需求变化多样。当前，全球经济进入“新常态”下，物流行业仍面临诸多挑战。随着物流成本和效率的提升和对环境影响的加剧，企业对仓库空间布局及运营模式都提出了更高要求。如何通过信息化、数字化手段实现智能仓储系统建设也是行业关注的焦点之一。随着5G时代到来、数据安全得到更多关注与重视、物联网技术进一步提升和应用等多方面因素共同推动着物流仓储数字化转型加速升级。未来智慧仓储市场规模将继续保持增长态势。

参考文献：

- [1]陈一家.数字孪生在风景园林的应用[J].智能建筑与智慧城市, 2021年05期
- [2]唐怀坤, 史一飞.基于数字孪生理念的智慧城市顶层设计重构.智能建筑与智慧城市, 2020年10期
- [3]王宇婷, 杨晓波.数字孪生技术的实例应用[J].甘肃科技纵横, 2021年08期
- [4]刘庆荣, 杨翰文, 郭群.数字孪生技术在高速公路隧道安全预警中的应用.中国交通信息化, 2021年08期
- [5]麻晨, 董方岐, 胡成琳.数字孪生技术在汽车行业中的应用.信息技术与标准化, 2021年11期