

数字孪生技术在港口信息化建设中的运用

李效明¹, 钱文军²

(华设设计集团股份有限公司, 江苏 南京 210005)

摘 要: 实现多种信息的采集和集中传输, 并初步评估其实时性与可靠性, 是当前港口信息化建设的关键。数字孪生系统通过先进的信息采集技术, 能够动态地反应港口系统的各种活动, 利用动态图形来描述复杂的港口生产活动的变化过程, 不但直观、形象, 便于理解, 而且可以集中改善港口作业流程、数据可视化程度。

关键词: 港口; 数字孪生; 智能; 信息化

中图分类号: TP274

文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2022) 04—0048—04

1 当前港口信息化现状

港口业从机械时代转向人工智能时代已经成为国内大型港口集团的共识, 行业内部也在积极行动。2017年2月初, 交通部发布《关于开展智慧港口示范工程的通知》, 沿海港口正以人工智能为切入点参与其中, 通过智能化管理系统可以大幅度降低港口的运营成本和管理成本, 推动港口贸易和物流链各环节成本逐渐下降, 缩减产品制造、贸易等环节, 产生更大的间接经济效益。因此, 采用现代智能化技术是当前港口发展的必然趋势。

随着港口装卸的货种日益细化、装卸设备科技进步, 港口装卸工艺系统越来越复杂, 单纯依靠人的经验已经无法完成日益复杂的工艺系统设计, 必须采用更加先进的信息技术。国外在港口信息平台已经开展了相关的工作, 通过信息储存、人工智能技术、AIS 以及云计算等大数据手段, 不断提高港口的现代化水平。国内港口的信息化平台的建设也处于飞速发展阶段。

2 数字孪生技术的应用

2.1 应用项目概况

淮安市位于苏北平原中部, 淮河下游, 河网密布, 交通便捷, 早在明清时期, 淮安就成为“南船北马”交汇之地, 有“九省通衢、七省咽喉”之誉, 具有发展港口的良好区位优势 and 资源优势。淮安港下辖市区港区、淮阴港区、淮安港区、涟水港区、盱眙港区、洪泽港区和金湖港区等七大港区, 2020 年全市吞吐量达到 7809 万吨。目前, 淮安已经围绕绿色、能效、控污、减排、美观等主题, 开展了行之有效的多项措施, 为港口添加了丰富的内涵。在船舶、港口信息化已经初步实现, 在船上 APP 普及率很高的情况下, 如何进一步集成已有

以系统、改善安全、提升效益, 成为当下的新的目标。

但是我們也需要看到, 目前船端、云端信息服务较为零散, APP 数量多、填报环节多、归口不一。同时, 各个业务部门都按照自己的需求建立垂直的云端、APP 节点, 带来资源浪费的同时, 给操作者带来不便。最后, 港口、集装箱船两个核心的航道使用主体, 在这个系统中的角色弱化, 主要作为监管方存在, 未突出他们的核心业务。亟待新的技术与平台突破, 实现现有服务体系的突破和提升。

一个连通江海的繁忙水运交通系统, 其核心就是打破安全、效率的核心瓶颈, 实现船流、车流、集装箱的有序流动, 带动船舶流、港口设备和配套系统高效周转, 从而降低人员工作强度, 改善效益。具体到作业过程中, 船舶、运营车辆、港口设备是智能服务的核心对象。要实现整个港口的信息统一, 并在电脑中反应出来, 我们目前在淮安港口系统中考虑采用数字孪生系统, 即动态图形仿真技术, 作为工业 4.0 的典型特征, 也正在逐步被引入港口, 成为智能港口的核心内涵之一。

数字孪生系统以数字化方式拷贝一个物理对象, 通过节点信息采集, 对运输、产品、制造等过程进行虚拟仿真, 模拟对象在现实环境中的行为, 从而提高产品研发、制造的生产效率。数字孪生技术能够动态地反应港口系统的各种活动, 通过在终端系统中的动态图形来反映复杂的港口生产活动的流程, 不但能够形成直观的图形化效果, 而且在港口中可以集中改善作业流程、数据可视化程度, 已经在洋山港、鹿特丹港、汉堡港中得到初步应用。

2.2 船岸协同信息系统

在淮安智慧港航系统中, 以云上数字孪生技术作

为基础，实现多源异构信息的统一、同步与预处理，让已建成的身份识别系统、RFID、雷达、AIS、视频CCTV、港口机械设备、船载设备的信息进行有机融合；基于“集装箱船与港口车辆、设备协同”核心技术，分别实现船流、车流和港口设备的优化、智能化。

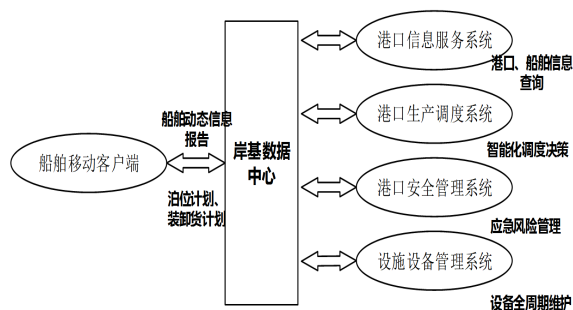


图1 智慧港航服务体系架构

如图1，船、车、岸互联是未来智慧港航系统的基本特征，是基于万物互联架构，项目目标建立的基本服务体系。以岸基数据中心为耦合点，体系包含了信息服务系统、生产调度系统、安全管理系统、设施与设备管理系统、集装箱船移动客户端（小程序APP）等核心组成部分。

项目的具体实施目标包括：

以云端数字孪生内核与平台，改善水路基础设施的互联水平，包括了港口基础配套的航道设施、装卸工具、转运设施等。

打破集装箱船、港口、航道等参与要素要打破彼此的信息壁垒，实现信息的统一融合。

建立服务智能，将岸端的导航信息、岸基雷达信息共享给船上，从根本上提升船舶的盈利能力，充分考虑船员的实际条件，让服务易用。为每个港口作业的参与者，提供精细化服务。

2.3 港口智慧运营解决方案

数字孪生系统也在港口具体运营过程有提升信息化水平的应用。数字孪生系统包括堆场作业仿真、各种堆场作业状态记录、水平搬运量确定并记录、该泊位作业过程仿真、船舶装卸作业状态变化记录、对各个作业线进行经济技术指标计算并评价等。该系统从接收到船舶信息开始，对船舶载重量、货种、来源地、发往地、中转周期等信息自动分析，结合港口船舶待港、装卸、航道拥堵情况，自动进行泊位分配，并反馈给进港船舶，然后根据装卸设备装卸能力、空置情况、损旧程度等，

进行设备调度，根据货种的堆存要求，进行堆场计划分配，并实施运输车辆和人员调配，根据道路交通组织情况，进行运输路线优化选择，实施一个整体的自动化装卸流程。货物信息录入系统后，同理进行自动化的提货流程。

另外，通过数字孪生系统也可以模拟生产排产验证，针对一些特殊情况，如极端水位、极端天气、超常规运输量等情况进行模拟，采用系统模型对实际或设想的系统进行动态试验，找出现有系统的缺陷，产生新的策略。

港口设施的故障诊断也在数字孪生系统中反应，设备有故障之后，通过信号传感自动进入系统，系统进行预判并发出警报，通过调用实景视频系统可以观察现场实际情况，并安排人员进行维修。

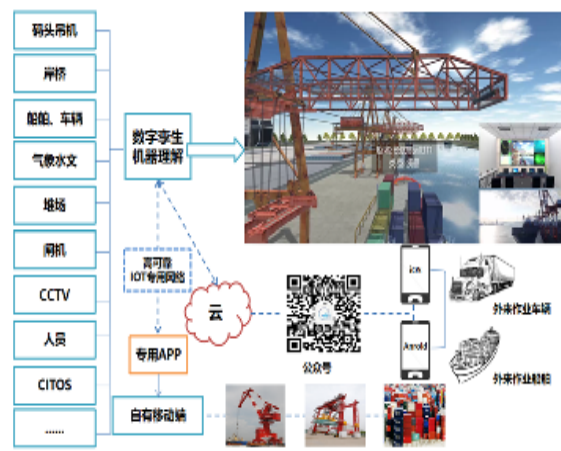


图2 基于云上数字孪生的智慧港口解决方案

3 数字孪生技术应用的关键点

当前，进一步提升航道的服务能力，改善船舶、港口的盈利能力，主要需要解决的关键问题为：如何打通现有各信息服务系统的壁垒，建立统一的数字孪生对象，构造云端的机器理解，使之具备针对船、港口的精细化服务能力；其次，如何建立起船、港口、管理部门、云端的沟通标准和渠道，改善作业流程；再次，如何建立一个可生长、可拓展、可二次开发的平台。

以上都涉及了数字孪生系统的根本问题，目前，已有一些研究机构开展了前期工作，但总体来说，多停留在纸面概念上，鲜有成功案例。以人机协作关系的角度，机器理解的核心，就是要解决系统“独立思考”的诉求，避免出现碎片化。

4 数字孪生系统的架构

上述问题互为掣肘,如果没有一个统一协调性的解决方案,单点突破都不会起到直接效果。因此,本次研究提出了在“数字孪生”(Digital Twin)技术基础上,以建立统一、高维度数值对象为起点,逐步搭建智能服务体系。参照其他行业的先进经验,“数字孪生”技术,可以有效实现多元数据的有效融合,提升展示度、为多种智能提供基础平台、提升智能化水平。以下条件的具备,更为“数字孪生”的应用扫清了障碍。

(1) 4G 和 5G 甚至 6G 时代的到来,让宽阔水域最常遇到的信息通讯延时的问题基本得到解决。

(2) 通过机器视觉、雷达、激光雷达、毫米波雷达等手段,让微观自感知成为可能。

(3) 通过云技术解决信息跨区域共享、储存资源的问题。

(4) 以视觉处理、信息融合、深度学习为代表的人工智能技术,可针对不同的用户层开放不同的“数字孪生”的数据层与控制接口。

(5) 随着技术的发展,以智能手机、HTML5 为代表的“入口”已经成为基础条件,在充分信息共享支撑下,每个独立的参与人都可以畅通的享受到个性化服务。如微信公众号、APP 等。

(6) 除此之外,支撑港口智能的数字孪生技术,在近十年有了长足进步,已经在智能制造等领域发挥巨大作用,完全具备了在港口应用的条件。

港口智能调度运营系统以数字孪生为中央节点,船、管理人员、岸基监控、设备终端、办公 OA 系统、仓管系统、门禁系统、人员跟踪、电气系统等等,都通过边缘计算 A.I. 实现了信息的高度抽象与对象化,为进一步抽象成数字孪生做好了准备。在相应工具支持下,在上述数据驱动下,建立起船舶、港口、航道、车辆、设备的数字孪生统一对象(Unified Object)。基于此,建立调度、能效、风险辨识等等各种智能服务,并通过云端映射,最终实现面向船员、管理用户的推送与发布,具体包括了手机微信小程序、专用客户终端、HTML5 服务应用等具体手段。同时,数字孪生还可以直接在本地支撑基于三维数字孪生的大屏监视系统,让监管更为立体、直观、有效。



图 3 云上数字孪生服务架构

5 创新点及社会效益分析

通过数字孪生系统,可以对现有的港口信息系统提供以下创新点:

(1) 建立了与现实一致又高效的实时监控系统和数字孪生系统,并且把各种信息融入其中进行分析、判断并生成合理的调度指令,来对港口进行调度管理,节约人力成本、物流时间,提高工作效率和经济效益。

(2) 使用人工智能技术、云计算技术,建立平台,打破船、港口之间的信息壁垒,以云上数字孪生技术作为基础,实现多源异构信息的统一、同步与预处理,让已建成的身份识别系统、RFID、雷达、AIS、视频 CCTV、港口机械设备、船载设备的信息进行有机融合。

(3) 以 4G/5G 以及通讯手段为基础,智能移动设备作为终端,连接港口、航道、船舶、船员、运营商、装卸工人等重要节点,构造统一“数字孪生”系统;在雷达、视觉深度处理、工业总线、激光雷达、毫米波雷达等手段支持下,大幅提升“数字孪生”系统的感知及集成能力,并将实时信息集成到港口信息系统中。

(4) 建立云端服务系统,连接船员手机 APP,提升船舶自身的智能航行能力;以航运参与角色为出发点,针对不同的用户层开放不同的“数字孪生”的数据层与

基于数字化测图的航道工程测量分析

严律, 鲍鑫

(长江岳阳航道处, 湖南 岳阳 414000)

摘要: 在我国的水路网络中, 水路交通是十分重要的运输方式之一。为确保水运的正常运行, 需要做好相应的航道工程测量工作。在航道工程测量中, 需要使用一定的测量技术。随着时代的发展, 航道工程测量的信息化和数字化水平日益提升, 越来越多新型的数字化测图技术开始被日益广泛的应用于航道工程测量之中。通过应用一定的数字化测图技术, 促进了大比例尺测图的数字化, 相应的地形图精度高、图面规范性好。目前, 测量实践中可供选择的数字化测图技术有很多。在此次研究中, 结合具体的航道工程案例, 分析多波束测深技术的应用效果。在研究中, 以城陵矶港为实例, 分析其航道工程概况, 并选择应用 GPS 定位, 多波束测深仪测深, 按照一定的工作流程, 完成航道检测测量。最终对任务书全部内容进行了顺利的测量, 圆满完成测量任务。

关键词: 航道工程; 测量; 数字化测图; 多波束测深技术

中图分类号: U612.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 04—0051—04

1 数字化测图与航道工程测量

近年来, 我国的航道交通得到了较大发展。而这一过程中, 航道工程测量工作是一项十分重要的内容, 其测量质量与效果, 会直接影响到航道后期的建设与使用等多方面的情况^[1]。以往在开展航道维护、测量、疏浚、整治、管理等工作的过程中, 对各种技术手段的应用较

少, 航道工程测量主要依靠经验和手工, 整体效率较低, 精确度不高, 质量效果欠佳。随着航道交通的发展, 对航道工程测量工作提出了新的要求。这一背景下, 在开展航道工程测量的时候, 也需要合理地选择测量技术, 以获得更为理想的测量效果, 为航道管理活动提供可靠的参考。随着时代的发展, 测量技术得到了较大的发展,

控制接口。最终在基本不增加现有基础设施, 不增加船舶成本的前提下, 做到优化整合, 提升整体港口及其关联水网的服务效能。

(5) 通过对港口系统内装卸、转运、仓储、联运乃至加工环节的各种信息的收集和整理, 并保障消息的实时性与可靠性, 通过系统提前进行预判和管理, 解决了以往港口依靠人的视觉和经验来管理的比较落后的模式。

6 结论

通过数字孪生技术, 可在基本不改变现有传感器配备的前提下, 实现以港口和船舶内传感器, 如雷达、AIS、CCTV、RFID 为核心的对象持续跟踪、多源交叉验证, 提升感知系统所反映状态与真实港口航道、作业流程的匹配度, 实现真正的“所见即所得”, 显著改善作业流程, 降低驾驶员、管理员的工作压力, 改善安全、提升效益。该技术的研究将为智能航运时代的集装箱船远程驾驶、港口全自主运营等愿景, 奠定坚实的方法

与理论基础。

参考文献:

- [1] 孙浩. 物联网技术在智慧港口中的应用研究 [J]. 电子世界, 2019(09):150-151.
- [2] 姚立权, 赵春雨. 基于物联网技术构建智能港口的可靠性研究 [J]. 数字技术与应用, 2017(04):67.
- [3] 秦一方. 新一代港口云服务数据中心的研究与应用 [J]. 电脑知识与技术, 2016, 12(35):255-256.
- [4] 顾湘. 信息化引领下的我国智慧港口建设 [J]. 物流工程与管理, 2017, 39(08):97-99.
- [5] 王昱. 基于 GIS 的江苏“智慧港口”信息共享平台建设 [J]. 中国水运 (下半月), 2015, 15(07):71-74.
- [6] 蔡远利, 高鑫, 张渊. 数字孪生技术的概念、方法及应用 [C]// 第二十届中国系统仿真技术及其应用学术年会 (20th CCSSTA 2019). 0.
- [7] 王巍, 刘永生, 廖军, 等. 数字孪生关键技术及体系架构 [J]. 邮电设计技术, 2021(8):5.