

doi:10.16055/j.issn.1672-058X.2015.0003.011

# 基于三维虚拟港口物流平台的实现\*

姚 洁

(福州外语外贸学院 公共教育部,福州 350000)

**摘 要:**随着计算机仿真技术的应用和离散事情仿真系统的完善,使用计算机模拟集装箱码头装卸货流程的研究得到了广泛应用;但集装箱码头物流系统的研究多以二维创建系统,无法直观观察过程;以福建港口为案例,在研究福建港口吞吐量的同时,以离散事情仿真系统为理论基础建立数据模型,并对集装箱码头装卸货工艺做了研究和分析;最后使用 Flxesmi 中的数据分析软件建立数据模型,开发了三维的集装箱码头装卸货流程。

**关键词:**离散事情仿真系统,集装箱码头,装卸货工艺,Flxesmi

**中图分类号:**U603      **文献标志码:**A      **文章编号:**1672-058X(2015)03-0051-04

随着港口经济的发展,沿海港口货物吞吐量快速增长。以福建省为例,全省沿海港口货物吞吐量截止于 2013 年已经完成 4.55 亿 t,同比增长 10.0%;集装箱吞吐量完成 1 169.39 万 t,同比增长 9.0%。在港口吞吐量迅猛增加以及集装箱船舶的大型化的情况下,现有港口的吞吐能力已经达到极限,如何进一步合理利用现有资源来改善港口的吞吐能力已成为现今的热门课题。现在 Flexion 的仿真软件平台上建立一个三维虚拟港口物流平台,对港口的生产能力、生产效率以及设施设备的利用率等技术参数进行相关预测从而对实际的工作有更好的指导意义。

## 1 三维虚拟港口物流平台研究概况

目前,虚拟实现被主要应用于城市规划、建筑设计等领域。武汉理工大学的张煌<sup>[1]</sup>提出了“虚拟集装箱码头”概念,指在 VR 环境中建立集装箱码头的数字化模型,并可实现动态布局;用三维动态图像显示码头建成后的布局及运行情况,并可通过人机交互方式对不同的设计方案进行测试、验证、修改和评价;对集装箱码头的生产能力、生产效率以及设施设备的利用率等技术参数进行相关预测。仿真领域有多种仿真软件,如 Witness、Em-Plant 等。结合各种软件的利弊,采用 Flotsam 软件来实现虚拟仿真,它是一款具备 VR 技术的三维仿真软件,不仅具有强大的数据分析能力,还具备完善的三维显示功能。

## 2 港口物流作业系统分析

### 2.1 装卸工艺方案

装卸工艺是货物从进港到出港所进行的全部作业的综合,它运用装卸机械及其配套工具等物质手段,

---

收稿日期:2014-08-27;修回日期:2014-10-22.

\* 基金项目:福建省教育厅社会科学 B 类项目(JB13338S).

作者简介:姚洁(1983-),女,福建宁德人,讲师,硕士,从事电子信息研究.

遵照规定的技术标准和规范,完成货物在不同运输方式之间换装作业的方法和程序。

(1) 船←→岸桥←→集装箱牵引车←→RTG←→堆场。工艺要求:

作业前应检查所有设备及工属具,应明确集装箱的类型及装载情况。作业时根据配载图及现场管理员的布置,按顺序装卸箱。装卸顺序应考虑船舶的允许倾角,超过时岸桥大车要进行位置调整。卸载作业应由路侧向海侧逐位逐层进行;装载作业应由海侧向路侧逐位逐层进行。紧固装置拆除与拴固,必须按卸载顺序或按区域进行。卸载拆除的紧固装置应汇集于船方指定的位置;装载完毕后,所有集装箱应拴固牢靠。吊运时,集装箱所经区域的下方不准站人。起吊集装箱时不允许在地面或下层。一个拖架装两个 20 呎集装箱时:装车先装前面,后装后面;卸车先卸后面,后卸前面。

(2) 船←→岸桥(门机)←→集装箱牵引车←→正面吊(重箱堆高机)←→堆场。工艺要求:

作业前应检查所有设备及工属具,应明确集装箱的类型及装载情况。作业时根据配载图及现场管理员的布置,按顺序装卸箱。装卸顺序应考虑船舶的允许倾角,超过时岸桥大车要进行位置调整。卸载作业应由路侧向海侧逐位逐层进行;装载作业应由海侧向路侧逐位逐层进行。紧固装置拆除与拴固,必须按卸载顺序或按区域进行。卸载拆除的紧固装置应汇集于船方指定的位置;装载完毕后,所有集装箱应拴固牢靠。吊运时,集装箱所经区域的下方不准站人。起吊集装箱时不允许在地面或下层箱顶拖拽。一个拖架装两个 20 呎集装箱时:装车先装前面,后装后面;卸车先卸后面,后卸前面。根据箱管人员安排,合理堆垛。重箱不高于 3 箱,空箱不高于 5 箱。

## 2.2 进口卸船流程

泊船计划由船舶代理提供进出港的 5 日计划;安排靠离泊计划是根据船舶抵港动态更新靠离泊计划;导入进口船图和舱单为卸船作业和校验提供作业依据;安排堆场计划是安排卸船进场箱的的堆场计划,为卸船做准备;作业路开工与控制是当船舶到港时,安排吊桥,并发送卸船指令;现场卸船由桥岸司机和龙门吊司机根据堆场计划填入其实际场箱位;卸船结束根据作业船舶的进港次序,生成校验清单、生成舱单和清单文本,并确认进口航次关闭。

## 2.3 集装箱码头出口流程

与进口业务一样,集装箱码头要想顺利完成装船作业,必须完成如下工作:

泊船计划→配载计划→堆场计划→出口重箱进场→船舶配载→作业路开工与控制→现场装船→装船结束。

其中配载计划要确定航次挂靠港的先后顺序,为配载时不压箱和不必要的翻箱,根据分港分吨要求挑出不同的堆场箱位;堆场计划要安排出口重箱进场;出口重箱进场由道口、中控、龙门吊司机完成任务,场站校验确认;船舶配载由码头依据船舶公司提供的预配图逐港配载。

# 3 基于三维虚拟港口物流仿真试验的设计与开发

## 3.1 离散事件系统仿真建模

离散事件系统是指系统状态由事件驱动的一类系统。而在物流系统中实体的流动遵循这排队原则。排队原则可分为先入先出、后入先出、按优先级排队等。为了加快实体流动,避免堆积浪费,在优先级相同的情况下,物流系统提倡先入先出的排队原则<sup>[2,3]</sup>。

集装箱码头有两个比较典型的排队系统即船舶到港排队和堆场集卡排队。以船舶到港排队为例介绍下排队系统。一个码头为一个到港船舶服务,当船舶到港时,泊位空闲则立即为船舶服务;否则船舶在抛锚区等待并服从先到先服务的原则。而这一到港规律基本服从泊松分布,且集装箱码头船舶排队系统满足标准的 M/M/C 模型<sup>[4,5]</sup>。模型的主要性能指标如下:

(1) 状态概率:

$$P_0 = \left[ \sum_{k=0}^{c-1} \frac{1}{k!} \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^k + \frac{1}{c!} \cdot \frac{1}{1-\rho} \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^c \right]^{-1} \quad (1)$$

$$P_n = \frac{1}{n!} \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^n \cdot P_0 \quad (n \leq c) \quad (2)$$

$$P_n = \frac{1}{c! \cdot c^{n-c}} \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^n \cdot P_0 \quad (n > c) \quad (3)$$

(2) 平均队长:

$$L_s = L_q + \frac{\lambda}{\mu} \quad (4)$$

$$L_q = \sum_{n=c+1}^{\infty} (n-c) P_n = \frac{(c\rho)^c \cdot \rho}{c! (1-\rho)^2} \cdot P_0 \quad (5)$$

(3) 平均等待时间:

$$Wq = Lq/\lambda \quad (6)$$

(4) 平均逗留时间:

$$Ws = Ls/\lambda \quad (7)$$

堆场集卡排队系统则与船舶到港排队系统相类似。Flexsim 提供了完善的概率函数,用这些函数可以方便的完成数据的建模<sup>[6]</sup>。通过分析,可以得到集装箱码头仿真系统设计数据,总结如下:船舶到港时间服从泊松分布;船舶占用泊位时间满足负指数分布;到港船舶类型和装卸量、桥岸设备的工作时间满足正态分布。

### 3.2 Flexsim 仿真平台的组建

(1) 构建模型元素。Flexsim 采用对象对实际过程中的各元素建模,可从对象库中拖放所需的对象到建模视图中。同时, Flexsim 可以导入三维模型,用户可利用如 3DMax、MAYA 等软件来构建模型,然后导入 Flexsim 软件中<sup>[7]</sup>。

(2) 定义物流流程。Flexsim 中通过对象之间的连接定义模型的流程。根据连接类型,按下“a”或“s”键的同时用鼠标从一个对象拖拉到另一个对象上以连接二者;按下“q”或“w”取消对象之间的连接。根据集装箱码头的装卸原理,可以构建物流流程(图 1)。

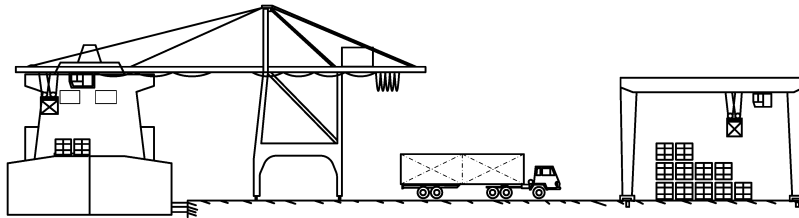


图 1 装卸原理

(3) 编辑对象参数。集装箱码头物流系统是一个复杂的离散事件系统。根据前面的分析,可以对装卸过程建立数据模型。Flexsim 软件附带许多参数模型,主要修改其数据即可。如装卸箱量满足正态分布,在 Flexsim 软件中只需修改其参数即可,如图 2 所示。

(4) 利用任务序列完成集装箱的装卸过程。集装箱的装卸由集卡来完成:集卡行驶到桥岸设备处等待,桥岸设备把集装箱从船舶上卸下装载到集卡上;然后集卡再行驶到堆场中,场桥将集装箱从集卡处卸载下。这里涉及到了 3 个运动设备即集卡、桥岸、场桥。Flexsim 采用任务序列来完成这一过程,如图 3 所示。



图 2 参数设置

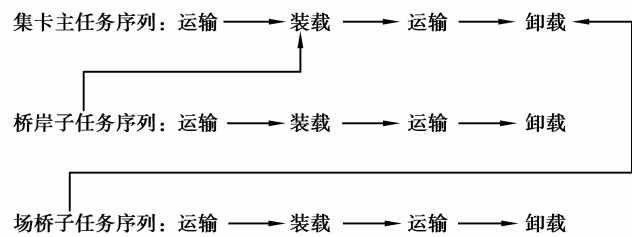


图 3 集装箱运输过程的任务序列

## 4 结 论

在分析了福建省集装箱港口运行情况下,使用 Flexsim 软件对集装箱码头的仿真研究做了尝试。主要讨论了码头作业系统和性能指标;利用离散事件系统建立仿真模型;并利用 Flexsim 完成了简单的码头作业流程。但由于研究学习时间有限,还有许多待完善的地方,比如港口模型库还不够完善、还没有深入进行模块的二次开发。

### 参考文献:

- [1] 刘瑛.铁路大宗货物集疏运系统技术设备合理配置研究[D].北京:北京交通大学,2012
- [2] 罗清.散粮码头物流系统建模与分析[D].武汉:武汉理工大学,2012
- [3] 朱小蓉.基于 Flexsim 的钢材仓储系统出入库仿真与优化[D].成都:西南交通大学,2012
- [4] 徐林华.基于 Flexsim 的仓储物流系统仿真与优化研究[D].大连:山东科技大学,2011
- [5] 王兴秋.集装箱码头后方堆场系统设备配比仿真研究[D].大连:山东大学,2011
- [6] 谢本凯.自动化立体仓库物流系统规划与仿真分析[D].武汉:武汉理工大学,2011
- [7] 孟宁,陈燕,李波.Flexsim CT 在港口物流系统仿真实验中的应用[J].实验技术与管理,2011(4):86-89

## Construction of Port Logistics Platform Based on Three-dimensional Virtuality

YAO Jie

(Department of Basic Courses, Fuzhou College of Foreign Studies and Trade, Fuzhou, 350000 China)

**Abstract:** With the application and improvement of computer simulation technology and discrete event simulation system. The computer simulation of container terminal loading and unloading process is widely applied. However, on container terminal logistics system are more based on two-dimensional system, and the process is observed in direct way. Taking Fujian Port as an example, this paper researches Fujian Port's throughput, and analyzes loading and unloading process of container terminals, and constructs the data model based on discrete event simulation system. Finally, this paper develops three-dimensional process of container terminal loading and unloading with data modeling by data analysis software Flexesmi.

**Key words:** discrete event simulation system, container terminals, loading and unloading process, Flexesmi