

基于 MAS 的码头物流系统的调度体系研究

李尤丰

(金陵科技学院,江苏 南京 210007)

摘要:码头物流系统包括集装箱的装卸、运输、堆码和集疏运作业等,该系统具有动态性、随机性、可伸缩性、复杂性等特点。码头物流运作系统的各个过程都涉及到如何合理高效使用码头提供或配备的设施设备。针对此,提出基于 MAS (Multiple Agent System) 理论的码头管理模型。建立多 Agent 模型的码头生产调度系统,来协调码头各个子系统之间的对接工作,提高集装箱的管理效率,提高码头的工作效益。以南京某码头实际系统架构应用为例,表明了模型的可行性、有效性、可扩展性、移植性。

关键词:多智能体系统;多 Agent;调度;码头

中图分类号:TP39

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)05-0246-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.05.064

Research on MAS-based Terminal Logistics Scheduling System

LI You-feng

(Jinling Institute of Technology, Nanjing 210007, China)

Abstract: Terminal logistics system is composed of container handling, transportation, stacking, and set and distribution operations. It has many characteristics such as the dynamic, stochastic, scalability, complexity and so on. Every function comes how to make use of facilities and equipments rationally and efficiently. Propose a terminal management model which is based on the theory of MAS (Multiple Agent System). With the establishment of a multi-agent terminal logistics scheduling system, it is to coordinate the docking between the various subsystems of the pier, it is to improve the management efficiency of containers, and it is to improve the effectiveness of the pier. For example, this system is applied actually in some pier in Nanjing. That system runs feasibly, effectively, scalably and portably.

Key words: MAS; multi-agent; scheduling; pier

0 引言

随着中国改革开放的不断深入,中国进出口贸易额不断攀高,码头吞吐量实现了较快的发展^[1]。南京某码头物流系统主要是当船舶到港,调度员安排船舶在某个时间段停靠,然后通过对堆场集装箱的统一管理,集装箱的运输的统一管理,对将集装箱装船或者卸船进行作业。整个过程,需要统一的调度。在此过程中,对堆场的管理、集装箱的运输、其他设施、设备,如何进行合理的分配和利用,提高码头的作业效率,是该码头迫切要解决的问题。南京某码头物流系统主要由计划、中控调度、堆场、泊位、检查桥闸口五个子系统组成,由集装箱、集卡车、船舶、泊位、岸桥、场桥(吊)、堆场、检查桥闸口等要素构成。该码头的完整的装船过程为:港外集卡车根据进场计划运输重(空)箱经

过检查桥闸口确认后进入堆场;场桥(吊)把集装箱堆放到堆场上;港内集卡车把集装箱运到装船的泊位;岸桥把港内集卡车集装箱装到船舶上;卸船过程与之相反。码头生产调度环节一般都比较复杂,错综复杂,互相制约影响。如何在现有资源的条件下,实现对码头现有设施设备资源的最优分配,实现对码头泊位、堆场、装卸设备的合理调度,优化生产调度策略,提高码头的生产效率和降低运营成本,是本系统研究要点。

多智能体系统(MAS, Multi-Agent System)是多个智能体组成的集合,它的目标是将大而复杂的系统建设成小的、彼此互相通信和协调的、易于管理的系统。MAS是分布式人工智能(DAI, Distributed Artificial Intelligence)的一个重要分支,是20世纪末至21世纪初国际上人工智能的前沿学科。研究的目的在于解决大型、复杂的现实问题^[2],而解决这类问题已超出了单个智能体的能力。由于船舶到港时间、集装箱的调度管理、集装箱的运输、每次调度的集装箱的数量不固定,很随机,采用MAS解决集装箱码头生产调度系统的建模、优化与控制是非常可行的^[3]。

收稿日期:2012-08-10;修回日期:2012-11-16

基金项目:江苏省高校自然科学基金资助项目(11KJD520006)

作者简介:李尤丰(1977-),女,江苏宜兴人,讲师,硕士,研究方向为图像分析和大型软件系统架构、管理。

1 码头物流系统的 MAS 框架结构

码头物流系统是一个复杂、离散、动态的系统,在调研和分析集装箱生产调度系统特性以及各子系统之间关系基础上,建立了基于 MAS 的码头物流系统,其结构如图 1 所示。整个系统分五层,分别是一级控制 Agent,一级交互和通讯 Agent,二级控制 Agent,二级交互和通讯 Agent,执行 Agent。主要是将庞大的整个码头物流系统分解为三类 Agent,三类 Agent 之间互相独立,又通过通讯,互相依赖,最终形成一个统一体。这种分布式交互技术,解决了码头各资源统一分配调度问题,提高了码头作业的效率^[4]。由图 1 可以看出,各类 Agent 各司其职,而又互相依赖,它们垂直、水平互相交互。

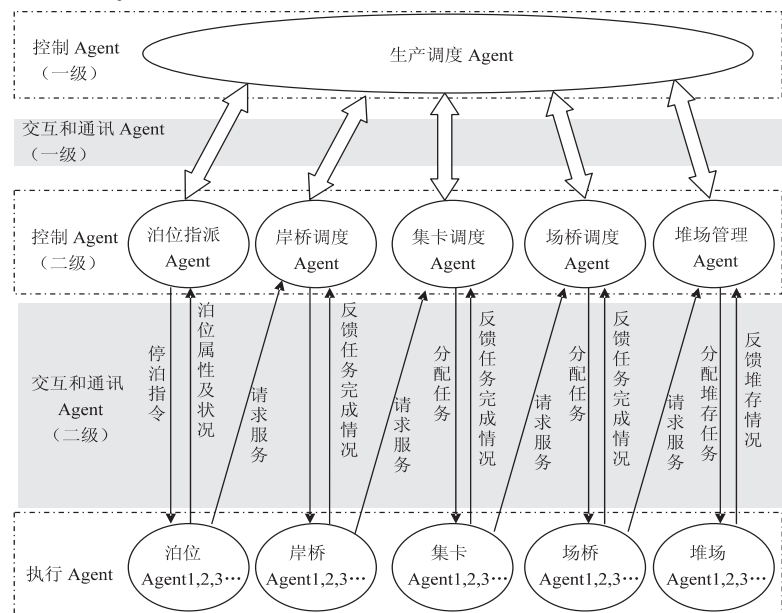


图1 码头生产调度 Agent 系统结构模型图

MAS 的体系结构分集中式、分布式、混合式三种结构^[5],文中提出混合式结构,解决各级各类 Agent 之间的资源共享与竞争、任务的统一安排和执行、意外情况的协调处理等等问题。考虑到集装箱生产调度过程中多个子 Agent 要协同工作,又要具有独立性,又要统一管理调度,故将混合结构应用到南京某码头物流系统。多智能体系统具有自组织能力、学习能力和推理能力,解决实际问题,将具有较高的问题求解效率。

1.1 分类调度 Agent

基于 MAS 的码头物流系统将 Agent 分成三类,分别是执行 Agent,交互和通讯 Agent,控制 Agent。各 Agent 的功能如下:

(1) 控制 Agent。

控制 Agent 在本系统中分为 2 级。一级是生产调度 Agent,主要负责协调和规范二级控制 Agent 的行为,即生产调度 Agent 要负责协调和规范泊位指派 A-

gent、岸桥调度 Agent、集卡调度 Agent、场桥调度 Agent、堆场管理 Agent 等等。当各 Agent 之间出现竞争时,一级生产调度控制 Agent 要负责对二级控制 Agent 进行集中,就像开会集中一样,来解决各 Agent 之间竞争引起的冲突。二级控制 Agent 对各自管辖范围内的资源和任务,在一级控制 Agent 所规定的原则下,具有自主性和独立性。即二级 Agent 内部产生的竞争冲突由二级 Agent 自己解决。

各二级控制 Agent 具有自治性,各二级控制 Agent 之间的冲突由一级控制 Agent 来解决。各类 Agent 中各 Agent 的工作也就彼此配合、统一默契。

(2) 交互和通讯 Agent。

交互和通讯 Agent 包括消息传输 Agent 和通讯 A-

gent, 它们负责 Agent 之间的通讯和交互消息, 减少 Agent 之间的耦合性。消息传输 Agent 由消息封套和消息体构成的消息体, 通讯 Agent 是一种基于通信谓词又叫通信断言的机制, 进行消息的交互和传递。一级交互和通讯 Agent 负责控制 Agent 间的信息交互和传输。二级交互和通讯 Agent 负责控制 Agent 与执行 Agent 之间的信息交互和共享, 对各 Agent 之间的竞争引起的冲突, 进行判断, 然后对冲突信息进行传输。

(3) 执行 Agent。

执行 Agent 是执行具体任务的 Agent^[6]。在码头物流调度系统中,涉及多个泊位 Agent、多个岸桥 Agent、多个场桥 Agent、一个或多个堆场 Agent、多

个集卡 Agent。各 Agent 各自执行自己任务,完成份内工作。

1.2 Agent 的抽象结构

Agent 的抽象模型是一实体,如图 2 所示,它具有传感器和效应器。传感器和效应器之间通过内部状态、规则、决策,利用知识库,以及和其他 Agent 的通信,对所产生的问题进行解决^[7]。多智能体系统在表达实际系统时,通过各智能体间的通讯、合作、互解、协调、调度、管理及控制来表达系统的结构、功能及行为特性。

故各 Agent 具有如下优势特性^[8]:

(1)独立性和自主性。解决给定的子问题,自主地推理、规划、选择适当的策略,以特定的方式影响环境。

(2) 分布式。良好的模块性、易于扩展性和设计灵活简单,克服管理和扩展的困难,有效降低系统的总成本。

- (3)多层次、多元化。按面向对象的方法,降低了系统的复杂性,也降低了各个智能体问题求解的复杂性^[9]。
- (4)协调、集成。各智能体间大规模的复杂问题,通过协调解决;多智能体系统采用信息集成技术,集成各子系统的信息,完成复杂系统的集成。
- (5)通信。各智能体之间互相通信,并行求解问题,有效地提高问题求解的能力。
- (6)支持多专家系统。在 MAS 环境中,各领域的不同专家可能协作求解某一个专家无法解决的问题,提高了系统解决问题的能力。
- (7)异质、分布。Agent 是不同的个人或组织,采用不同的设计方法和计算机语言开发而成,因而可能是完全异质的和分布的。
- (8)异步。由于各智能体是自治的,每个智能体都有自己的进程,按照自己的运行方式异步地进行。

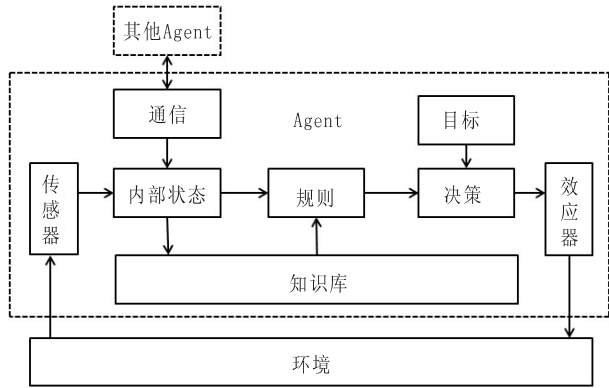


图 2 Agent 的内部结构

1.3 Agent 之间的协商

在基于 MAS 的码头物流调度系统中,各 Agent 之间的工作、资源的使用,一定存在冲突,只有通过协商来解决^[10]。以提重箱业务为例,说明该业务调度系统的协商过程。

以南京某码头为例,其提重箱业务过程如图 3 所示。

提重箱业务系统 Agent,涉及卡口 Agent、计划 Agent、中控调度 Agent、作业组 Agent、结算中心 Agent 以及交互和通讯 Agent。

各 Agent 的协商过程如下:

- (1)泊位 Agent 与计划 Agent 协商:待船舶预抵码头港口时,泊位 Agent 接收由电子口岸 Agent 以 EDI 方式传送的将卸船舱单,计划 Agent 包括由箱管员或策划员依据集装箱特征信息进行制订具体的卸船计划;
- (2)中控调度 Agent 与计划 Agent 以及通讯 Agent 的协商:船舶抵港后,中控调度中心 Agent 接收计划 Agent 的卸船计划,利用通讯 Agent,发布调度指令进行卸船作业;
- (3)中控调度 Agent、计划 Agent、通讯 Agent 以及作业组 Agent 的协商:中控调度中心 Agent 依据计划 Agent 的卸船计划,按照箱位图堆存方式,利用通讯 Agent,发布给作业组 Agent 指令,进行吊箱运输至箱区作业;
- (4)卡口 Agent 与系统 Agent 的协商:货主、货代到码头堆场提取重箱时,需到卡口进行提重箱登记,此时由卡口 Agent 记录人员记录提重箱的车牌号码和检

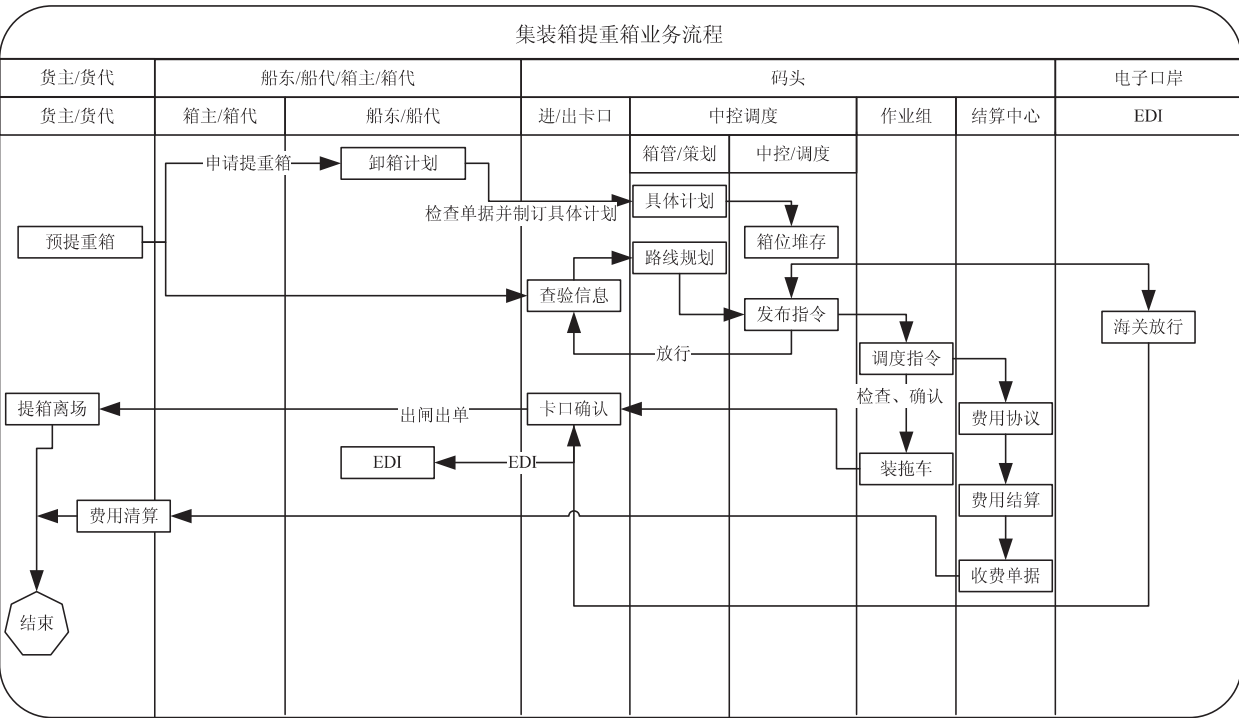


图 3 提重箱业务流程图

查设备交接单,并录入系统 Agent;

(5) 中控调度 Agent、计划 Agent、通讯 Agent 以及系统 Agent 的协商:箱管员或策划员依据系统 Agent 生成的提重箱任务,由中控调度系统 Agent 查找集装箱箱区位置,并生成行车路线记录到计划 Agent,通过通讯 Agent 安排提重车到指定位置等待;

(6) 中控调度 Agent、通讯 Agent 以及卡口 Agent 的协商:中控调度中心 Agent 依据货主、货代提交的设备交接单等信息,查阅箱位图并安排机吊箱,同时利用通讯 Agent 发送给卡口 Agent 放行信息,卡口 Agent 只有收到放行信息后该货主、货代提重箱车才可以放行;

(7) 作业组 Agent、通讯 Agent、计划 Agent 的协商:作业组 Agent 通过通讯 Agent 收到吊箱指令后,依据计划 Agent 的行车计划到达箱区并确认箱号后进行吊箱操作,将该集装箱装载至货主、货代拖车;

(8) 卡口 Agent、通讯 Agent、系统 Agent 的协商:当箱主、箱代拖车行车卡口时,与卡口工作人员核对并签署设备交接单,此时卡口 Agent 检验集装箱箱况(如是否损坏等),并打印出闸出单;在集装箱重箱出闸确认时,系统 Agent 自动通过通讯 Agent 以 EDI 方式将该集装箱出闸信息发送至电子口岸 Agent 和船东、船代;

(9) 结算中心 Agent、闸口 Agent 协商:在集装箱确认出闸口时,结算中心 Agent 依据预先配置的费用协议(费用合同)进行自动计算该重箱费用,然后通过财务审核部门进行审核,通过后并打印收费单据,交由客户室向货主、货代进行收取费用。

各二级 Agent 依靠其自治和协商能力,通过二级 Agent 自己内部的各 Agent 之间,交互完成系统优化调度的目标。

1.4 Agent 之间的通信

MAS 系统为分布式和集中式交叉的混合式系统。各 Agent 之间的协作,必然使各 Agent 之间通信。各 Agent 之间如何通信,将涉及通信协议、通信的方式方法和利用何种语言进行通信等问题。本系统各 Agent 之间的通信协议主要是 TCP/IP、HTTP 等传输协议;本系统各 Agent 之间的通信方式主要是基于 KQML 标准的异地同步通信方式;本系统 Agent 之间通信语言主要采用知识查询与操纵语言(KQML)、知识交换格式(KIF)、FIPA 的智能体通信语言(ACL)^[11]。

+++++

(上接第 245 页)

[9] Ashbrook D, Starner T. Using GPS to learn significant locations and predict movement across multiple users[J]. Personal and Ubiquitous Computing, 2003, 7(5): 275-286.

[10] Lee W M. C#与 VB. NET 网络通信开发实战[M]. 田国法, 吴兰陟译. 北京:人民邮电出版社, 2008.

2 结束语

在深入研究集装箱码头装卸作业环节的设施设备的分配调度规则和特点以及各调度子系统之间关系的基础上,建立了基于 MAS 的码头物流生产调度系统。通过实时消息将码头各调度作业流程集成一个有机系统,实现各调度子系统自治、协调的交互运行,形成一个各环节优化、无缝对接的系统,最大限度提高码头作业能力,提高码头运作效率和效益。系统采用 B/S 多层结构技术,基于 Visual Studio 2008 平台, MVC 开发模式,通过在南京某码头的试运行,表明该系统具有良好的自主性、分布性、协调性、鲁棒性和可靠性。

参考文献:

[1] 徐俊刚,戴国忠,王宏安. 生产调度理论和方法研究综述[J]. 计算机研究与发展, 2004, 41(2): 257-267.

[2] 陈玲,严南南. 基于多 Agent 和进化算法的作业线调度研究[J]. 计算机技术与发展, 2009, 19(11): 210-213.

[3] 晏涛. 生产调度多智能体仿真系统研究[J]. 计算机与现代化, 2010(4): 152-155.

[4] 徐健,陈启军. 基于 MAS 的集装箱自动化码头调度算法[J]. 系统仿真学报, 2009(15): 4888-4891.

[5] 赵博,范玉顺. MAS 技术在生产调度研究中的应用[J]. 控制与决策, 2003, 18(1): 1-6.

[6] Roslof J, Harjunkoski I, Bjorkqvist J, et al. An MILP-based reordering algorithm for complex industrial scheduling and re-scheduling[J]. Computers and Chemical Engineering, 2001, 25(4/6): 821-828.

[7] Li Heng, Li Zhicheng. A production rescheduling expert simulation system[J]. European Journal of Operational Research, 2000, 124(2): 283-293.

[8] Raaymakers W H M, Hoogeveen J A. Scheduling multi-purpose batch process industries with no-wait restrictions by simulated annealing[J]. European Journal of Operational Research, 2000, 126(1): 131-151.

[9] Sutomu K T, Hiroaki I. An open shop scheduling problem with fuzzy allowable time and fuzzy resource constraint[J]. Fuzzy Sets and Systems, 2000, 109(1): 141-147.

[10] 李斌,李文锋. 基于 MAS 的集装箱码头物流系统协同生产调度体系[J]. 计算机集成制造系统, 2011, 17(11): 2502-2512.

[11] 赵东,柳存根. 基于 MAS 的造船调度系统研究[J]. 江苏科技大学学报(自然科学版), 2010, 24(1): 23-26.

+++++

[12] Phung S. Windows CE 6.0 嵌入式高级编程[M]. 张冬松,陈芳国译. 北京:清华大学出版社, 2009.

[13] 王浩. 基于 Windows CE 模拟器的 GPS 定位程序设计[J]. 江汉大学学报(自然科学版), 2011, 39(1): 54-56.

[14] 《Google API 大全》编委会. Google API 大全:编程·开发·实例[M]. 北京:电子工业出版社, 2009.

基于MAS的码头物流系统的调度体系研究

作者: [李尤丰](#)
作者单位: [金陵科技学院, 江苏 南京 210007](#)
刊名: [计算机技术与发展](#)
英文刊名: [Computer Technology and Development](#)
年, 卷(期): 2013(5)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201305066.aspx