

文章编号: 1005-8451 (2008) 12-0021-03

## 基于多代理铁路机务生产调度协同平台的构建

齐金平<sup>1</sup>, 吴平<sup>2</sup>, 谢荣<sup>3</sup>, 冯遵委<sup>1</sup>

(1. 兰州交通大学 机电技术研究所, 兰州 730070; 2. 武汉铁路局 机务处, 武汉 430071)

3. 成都铁路局 六盘水机务段, 六盘水 553000)

**摘要:** 针对铁路信息化建设中暴露出的问题提出了引入多代理技术的思路, 探讨机务协作平台的框架结构与多代理的功能分类, 采用C/S三层结构, 实现企业功能集成与信息畅通, 以满足现代企业敏捷生产的要求。

**关键词:** 多代理; 分布式; 铁路; 机务

**中图分类号:** U260.93 **文献标识码:** A

### Design of coordination platform for locomotive depot production management based on Multi-Agent System

QI Jin-Ping<sup>1</sup>, WU Ping<sup>2</sup>, XIE Rong<sup>3</sup>, FENG Zun-wei<sup>1</sup>

(1. Mechatronical T&R Institute, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou 730070, China;

2. Locomotive Department, Wuhan Railway Administration, Wuhan 430071, China;

3. Liupanshui Locomotive Depot, Chengdu Railway Administration, Liupanshui 553000, China)

**Abstract:** To offer a solution of using the Multi-Agent technology to the problems revealed out during the course of informatization for the railway. First the structure of the platform was brought forward, then the sort and function of Multi-Agent was discussed in detail, moreover, by the way of three-tier Client/Server architecture. The applied results in some locomotive depots showed the System to achieve the information of enterprise expedited, satisfied the need of agile manufacturing.

**Key words:** Multi-Agent; distributed; railway; locomotive

近年来铁路的大发展, 对我国机车维修现状和管理方式都提出了改革要求。文献<sup>[1-4]</sup>对我国的机务段信息化建设、机车检修质量管理等进行了理论研究和系统开发, 但他们仅对机车检修工作进度管理与质量控制等进行设计, 未考虑以下因素:

(1) 随着铁路部门生产力布局调整<sup>[5]</sup>, 机务系统向扁平化、网络型和具有自适应能力的经营管理模式的转变, 系统的数据和地理分布性要求不断增强; (2) 与铁路机务企业现有的各种软件集成, 需要考虑功能、安全和网络限制等多种因素, 趋于复杂化; (3) 为了使基层信息更好地辅助企业的中高层决策, 系统需要各种环境信息, 使得集成化、开放化和智能化要求逐渐升高。

分布式人工智能及智能决策理论为铁路机务系统生产管理决策提供了一种智能化系统分析的理论和方法<sup>[6]</sup>, 本文将多代理 (Multi-Agent System, MAS) 理论应用于铁路机务系统, 构建机务生产调

度协同平台, 增强机务企业内各部门的业务和技术联系, 降低运作及管理成本, 使机务运营、管理水平上升到一个新的台阶。

### 1 需求分析

机务段是铁路运输系统的主要运用部门, 负责机车的运行和维护, 机车运行与维护是一个复杂的过程, 涉及的部门众多, 各部门间信息传递复杂。传统的人工管理与控制方法, 无论是检修质量还是运行效率都已经无法满足市场需求, 实现机务段的数字化刻不容缓。如图1表示了机务段部门之间的数据流关系。

### 2 系统设计

#### 2.1 平台框架设计

基于多代理的机务生产调度协同平台应该利用各种资源, 进行信息的收集、传输、加工、储存、更

收稿日期: 2008-06-23

作者简介: 齐金平, 讲师; 吴平, 工程师。

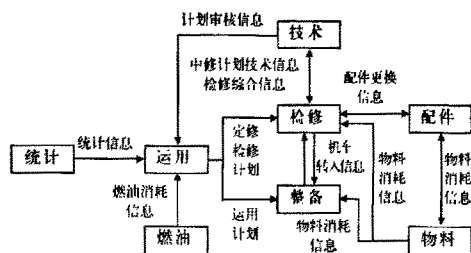


图1 机务段部门间数据流分析

新和维护,并支持机务企业高层决策、中层控制和基层运作<sup>[1]</sup>。平台框架必须具有通用性和可扩展性。根据处理复杂问题的抽象和模块化原则,协同平台框架包括作业层、车间控制层和段级决策层,如图2。

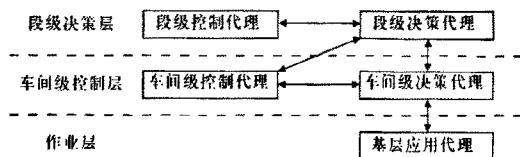


图2 平台框架结构图

其中,段级决策层分为一个段级控制代理和多个段级决策代理。控制代理主要用于分解任务、分配任务和传达全局信息,决策代理主要面向企业的高层进行决策支持,如数据的深入挖掘与综合应用;段级控制层代理同样包括一个控制代理和多个决策代理。其中车间级控制代理与段级控制代理相似,各车间决策代理主要面向车间(部门)的作业控制和管理,如生产管理中的资源和任务调度、单位成本和工时消耗比较分析;基层应用代理代表基于多代理的作业层业务子系统在基层的现场数据的采集。

## 2.2 Multi-Agent的分类及其功能设计

使用Agent技术建立分布式的生产调度平台,要保证其功能的通用性,每一个系统模块的功能由一个代理完成,这些代理分工协作组成松散耦合的系统,满足配置灵活性的要求。

**生产计划Agent:**制定机车运用计划与检修计划,分解成各部门/车间(单元Agent)的生产任务;

**综合应用Agent:**以各类Agent数据为基础,进行深入挖掘与利用,为段级领导决策提供信息支持;

**成本劳资Agent:**统计生产成本,对车间组织人事信息,员工劳资信息、员工工作所涉及的指标统计和工时统计进行管理,并在此基础上生成各种统

计报表,为车间的组织管理提供支持等;

**物料管理Agent:**对物料基本信息、设备维护信息进行管理,维护物料的可用性,并将其提供给进度控制Agent;

**配件管理Agent:**对机车配件基本信息及其状态进行管理,并将其提供给进度控制Agent;

**燃油管理Agent:**对燃油基本信息及其库存信息进行管理,并将其提供给进度控制Agent;

**检修工艺Agent:**根据机车的不同修程,确定机车故障检修的工艺规范信息;

**进度状态Agent:**负责生产任务的接受、安排,进度反馈、实时状态等生产监控管理,车间管理人员可清楚了解车间的整个生产情况、机车运用情况以及各种物料、配件、燃油的生产状态,为车间层的管理与决策提供可靠的量化数据;

**调度Agent:**该代理负责获得系统需要调度的数据,传递给调度系统代理,以选择合适的调度系统进行生产调度,获得可行的生产安排,将生产安排反馈给进度控制Agent;

**现场数据采集Agent:**该代理采集生产现场的数据,包括设备负荷情况,人员工作状态,故障检修状态等,并将生产数据提供给其它Agent使用;

**现场质量管理Agent:**负责机车检修质量管理与机车运用现场规范操作,同时将质量信息、机车运用信息反馈给进度状态Agent。

以上Agent分工协作,将计划、生产过程及其相关的人员、物料、设备和检修作业全面集成,并对它们进行有效地管理、跟踪和控制等,如图3。另外,这些代理通过相同的代理通信语言和通信协议进行通信,因此可以分布在不同的网络环境中,形成分布式应用。

## 2.3 协作工作模块的设计

在实际生产过程中有大量的协同过程,如作业人员、工艺人员与质检人员协同解决生产过程中的质量问题、检修调度与运用调度相互协作对机车检修计划和检修进度作出相应的调整等。为实现平台协同作业,需要建立协同工作环境支持生产过程中的协同工作。因此在系统中建立计算机支持协同工作(Computer Support Collaborative Work, CSCW)环境,包括单元Agent,管理Agent,协作Agent和若干个终端Agent。

**单元Agent:**管理控制某个或一组功能。当单元Agent收到生产计划Agent发布的生产计划时,它

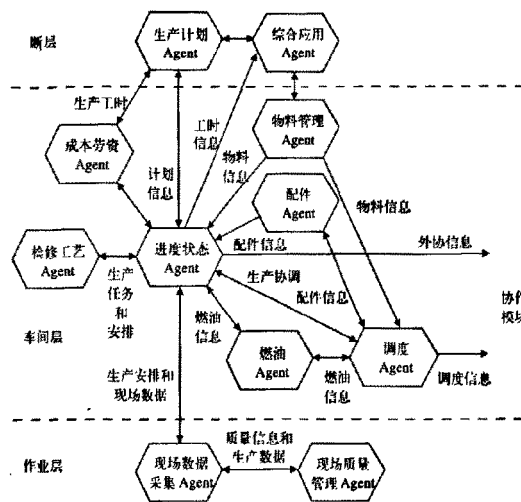


图3 Multi-Agent 分类及其功能

首先根据任务与本单元内的资源状况发布操作命令，组织单元的生产。单元 Agent 还负责本单元内动态的、全局的优化，也为车间/部门管理员提供接口以便其监控系统的运行及进行人工干预。

**管理 Agent：**监控平台内的各类资源的情况及实时生产状态，负责协同过程的管理，采用事件驱动机制工作。当管理 Agent 监测到有协同事件发生时，初始化协同工作环境，同时将协同请求发送给相关的用户终端 Agent，对当前生产过程作相应调整。

**协作 Agent：**负责解决协同过程中的冲突，实现生产过程中资源的优化配置。

**终端 Agent：**生产过程中终端用户的抽象模型，包括质检人员 Agent、生产人员 Agent、计划人员 Agent、车间调度人员 Agent、机车运用人员 Agent 等，负责管理不同用户完成任务的行为。

## 2.4 系统结构

系统采用基于 MIDAS (Multi-tier Distributed Application Service Suite, 多层分布式应用程序体系) 技术的 C/S 三层结构模型，如图 4。系统中各个 Agent 既能够独立工作，又可以与其他的 Agent 进行协同工作，以达到资源优化利用的目的。终端用户接口完成用户与生产调度平台系统的交互。Agent 之间均以 C/S 方式相连接，客户应用层方便用户的信息查询、添加更新维护等；中间层业务逻辑层是系统的主要部分，处理业务逻辑与数据关系；服务器层的主要功能是响应请求，为中间逻辑层提供数据支持。此外，各 Agent 功能模块遵循统

一的接口标准，可根据不同企业的生产现状“定制安装”，以适应业务重组、生产任务的变化。

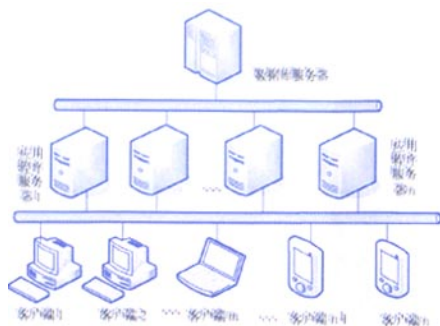


图4 C/S 三层结构示意图

## 3 结束语

本文设计了一种基于多 Agent 技术的生产调度平台，应用于我国铁路机务行业，依据现场需求将系统分为多个 Agent，完成机务企业内生产调度监控功能和与上下层系统之间的交互功能，同时具有分布性、集成性和适应性，以满足网络化制造的要求。实现了机务企业的各部门间的信息交换和共享，并可根据这些信息分析判断并做出迅速反应，实现对机车运用与检修状态的精确控制，加强了对机车的管理，提高了铁路运输组织与生产的效率，并可为领导决策提供更有用的信息服务，实现全方位的信息管理，发挥信息管理系统在企业管理中的辅助决策作用，提高企业整体素质和现代化管理水平。

## 参考文献：

- [1] 马钧培. 中国铁路信息化建设与展望. 铁路计算机应用[J]. 2005, 14 (2): 1-5.
- [2] 马建军, 许红, 杨浩. 铁路信息化战略规划研究[J]. 交通与计算机, 2006 (3): 77-81.
- [3] 徐慧. 机车状态修管理系统的架构及实现[D]. 武汉理工大学, 2005.
- [4] 孙晓华, 韩学雷. 铁路运输生产力布局理论及应用[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2005.
- [5] 苏子林, 王亮中. 基于多代理的大型 MIS 框架研究[J]. 烟台师范学院学报 (自然科学版), 2005, 21 (1): 29-31.
- [6] 乔东平, 杨建军. 基于多代理的分布式可集成 MES 框架研究[J]. 制造技术与机床, 2006 (8): 57-61.
- [7] 王承国, 齐金平, 高溥. 基于 MIDAS 的铁路机务检修管理信息系统[J]. 微计算机信息, 2007, 12 (23): 42-43.