

文章编号: 1001-0920(2002)03-0357-03

基于优化模型、规则和人机协调的转库决策支持系统

李 嘉¹, 王梦光¹, 唐立新¹, 宋健海²

(1. 东北大学 信息科学与工程学院, 辽宁 沈阳 110004; 2. 上海宝钢 计算机系统工程有限公, 上海 201900)

摘要: 介绍了一个在联机事务处理(OLTP)环境下构建的基于优化模型、规则和人机协调的决策支持系统。通过对某钢铁企业发货部门内部物流管理业务的分析,建立了转库决策整数规划模型,设计了专家规则与整数规划求解相结合的问题求解方法,并在此基础上构建了转库决策支持系统。针对此类系统的构建,提出了所应考虑的问题并给出解决办法。这是一个运用运筹学方法解决实际问题的成功例子。

关键词: 决策支持系统; 整数规划; 数据处理; 物流管理

中图分类号: O 221.4

文献标识码: A

Mathematical optimisation model, rule and interactive decision-making based redeposit decision support system

LI Jia¹, WANG Meng-guang¹, TANG Li-xin¹, SONG Jian-hai²

(1. School of Information Science and Engineering, Northeastern University, Shenyang 110004, China;

2. Computer System Engineering Limited Corporation, Shanghai Bao Steel, Shanghai 201900, China)

Abstract: The development of a mathematical optimization model, rule and interactive decision-making based decision support system for the distribution department of a large-size steel manufacturer is described. Through analyzing the finished products redeposit management in the distribution department, an integer programming model is built and an expert rule and integer programming based algorithm are presented, and then a redeposit DSS is developed. The key idea and solution about how to develop this kind of DSS are presented. This exhibits a successful application of operational research in practice.

Key words: decision support system; integer programming; data processing; logistic management

1 引言

企业的发货部门是企业整个供应链上的重要一环,它在物流上连接着企业的生产部门和下游的客户。发货部门内部物流的平衡与畅通对整个供应链上物流的平衡与畅通有着重要的影响。为提高发货业务的管理水平,某钢铁企业决定在其现有发货信

息系统之上建立发货决策支持系统^[1]。转库决策支持系统作为子系统之一,为企业转库物流管理人员提供决策支持,以改善其发货部门内部物流的管理。

2 转库物流管理业务现状

在某钢铁企业的发货系统中,各产线生产的产

收稿日期: 2000-06-20; 修回日期: 2000-08-25

基金项目: 国家自然科学基金项目(797006); 863/ CIMS 主题支持项目(863-511-709)

作者简介: 李嘉(1970—),男,河北武安人,博士生,从事生产计划与调度、智能决策支持系统等研究;王梦光(1936—),女,

© 1994-2011 吉林省吉林市人民政府,教授,博士生导师,从事生产计划与调度、CIMS 系统设计与开发等研究。http://www.cnki.net

成品首先进入相应产线的末端库。当末端库的库存过大时,则称末端库发生涨库。此时,需按一定的转库优先顺序选择一定数量合同的产成品转库到成品仓库,以释放库存,保证相应产线生产的顺利进行。同时,为缩短产成品的发货周期,适应铁路运输和水路运输的需要,对于运输方式为厂内铁运的国内合同和运输方式为水运的国外合同的产成品,也需要转库到成品仓库,以方便列车装车和出口合同的集批装船。对于其余的产成品,根据发货部门制订的出厂计划,运输方式为厂内水运的合同产成品直接运送到码头装船,其它合同产成品则由汽车直接运送到客户(包括客户或客户指定的厂外车站、码头)。

发货部门的管理人员每天应对各末端库中的合同产成品进行鉴别,依据仓库是否涨库,合同是否为铁路直装(合同产成品即将出厂,运货列车已到达铁路库,因时间关系,从末端库直接运到铁路库装车,不在铁路库储存之列),以及合同的运输方式与国内外标志,综合考虑仓库出入库能力,确定其是否转库。在有限的出入库能力条件下,铁路直装的合同产成品必须转库并且涨库必须得到解决。

原先发货部门管理人员通过终端在 OLTP 环境下利用人机交互完成上述工作。由于完全采用人工处理,使得转库决策的随意性很大。为了提高转库决策的准确性,避免因转库不及时而可能导致的生产物流和发货物流不畅或发生不必要转库而增加发货管理成本,该企业决定在建立发货决策支持系统时,将转库决策支持系统作为其子系统之一。

3 问题的数学模型

基于对转库业务的分析,提出以下数学模型

$$\max_{j \in J} \left(\sum_{i \in I_{j_1}} r_{ij} x_{ij} - \sum_{i \in I_{j_2}} q_{ij} x_{ij} \right) \quad (1)$$

$$\text{s. t.} \quad \sum_{i \in I_j} k_{ij} x_{ij} \leq A_j, \quad j \in J \quad (2)$$

$$\sum_{i \in I_j} p_{ij} x_{ij} \leq L_j, \quad j \in J \quad (3)$$

$$\sum_{i \in \Omega_j} p_{ij} x_{ij} = D_j, \quad j \in J \quad (4)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\}, \quad i \in I_j, j \in J \quad (5)$$

其中,式(1)为目标函数,意义是对一般应转库的产成品尽量多转,而对一般不应转库的产成品尽量少转;式(2)要求第 j 个库转库量应满足该库当天的出库能力;式(3)要求第 j 个库转库量必须满足解决涨库所要求的转出量;式(4)要求第 j 个库中的铁路直

装转库需求必须保证;式(5)为变量取值范围。

参数定义: J 为可供作转库决策的末端库集合; I_j 为第 j 个末端库中可供作转库决策的合同集合; I_{j_1} 为第 j 个末端库中非涨库情况下一般应转库的合同集合, I_{j_2} 为第 j 个末端库中一般不应转库的合同集合, $I_j = I_{j_1} \cup I_{j_2}$, $I_{j_1} \cap I_{j_2} = \emptyset$; I 为所有可供作转库决策的合同集合, $I = \bigcup_{j \in J} I_j$; Ω_j 为第 j 个末端库中需作直装计划的合同集合; k_{ij} 为第 j 个库中第 i 个合同占用的出库能力(单位:台时); p_{ij} 为第 j 个库中第 i 个合同发生转库的数量(单位:t); q_{ij} 为第 j 个库中第 i 个合同不期望发生转库的倾向值; r_{ij} 为第 j 个库中第 i 个合同期望发生转库的倾向值; A_j 为第 j 个库去除已编出厂计划占用后每天的出库能力(单位:台时); L_j 为第 j 个库去除已编出厂计划后还需转库以解决涨库的产成品量(单位:t); D_j 为第 j 个库中要进行铁路直装的产成品量(单位:t); $x_{ij} = 1$, 表示第 j 个库中第 i 个合同产成品转库; $x_{ij} = 0$, 表示第 j 个库中第 i 个合同产成品不转库。

4 系统设计

本文针对转库业务实际和现有信息系统情况提出以下系统设计思想:

1) 系统应将模型支持与信息支持和人机协调支持相结合,方便人机交互,以增加系统的适应性。用户在接收到系统推荐的转库需求信息后,应能通过人机交互对其进行修改和确认。只有用户确认后的结果才可写入现有发货业务系统数据库。系统应提供仓库动态库存和能力信息查询功能,作为对用户的信息支持。

2) 用数学优化模型描述问题,可以综合考虑各种限制条件和目标,对问题得出量化的优化决策。但由于转库决策属于日常业务,在实际系统中,问题求解算法的计算时间必须能为用户所接受,并尽量使求解过程为用户所理解。

3) 系统应将保存在现有系统数据库中的决策数据和按业务需求组织的业务数据,按模型要求抽取到模型计算环境,并对其进行计算和重组,转化为模型所需形式。

4) 系统的使用者为非专业人员,系统应对模型求解结果进行语义解释,转换为用户能理解的形式。

5) 系统各模块间以一定的机制协调运行是决策结果正确的保证。

6) 决策系统建立在现有事务处理系统之上,如

何与现有系统集成,是本系统能否成功的关键。

4.1 系统功能模块的确定

根据上述设计思想和系统的需求,系统最终确定的功能模块有:数据抽取、数据转换、模型求解、模型结果转换、结果查询与返送及基本资料维护。

数据抽取模块按照数学规划模型中各变量和参数说明,将模型所需数据从现有系统数据库抽取到模型计算环境,并对其进行完整性和正确性检查,清除不完整和错误的数据;数据转换模块对抽取的数据进行重组和计算,并转换成模型计算所需形式;模型求解模块利用设计的算法对问题计算求解(算法详见4.2节);模型结果转换模块对模型结果进行语义解释,附加相关信息,将其转换成用户所需形式并写入模型结果数据库;结果查询与返送模块提供对模型结果信息、模型运行状态和错误信息、仓库动态信息的查询,利用此模块,用户可通过人机交互方式,对结果进行修改和确认,并将最终决策结果写入现有业务系统数据库;基本资料维护模块对决策数据,如仓库基本资料及存放在数据库中的知识——转库优先顺序等,提供用户维护功能,以增加系统的灵活性。

各模块执行的顺序为:数据抽取,数据转换,模型求解,模型结果转换。这4个模块执行完成后,用户可随时执行结果查询与返送。系统采用状态码机制实现各模块的协调与衔接。各模块建有相应的运行状态码,模块运行成功,置其自身的状态码;同时,在模块开始运行时,检查状态码,只有上一模块运行成功,当前模块才开始运行。用户可通过用户界面随时查询模型状态与错误信息,掌握模型运行情况。

4.2 系统问题求解算法

本文的模型求解采用专家规则与整数规划求解相结合的算法。设计算法步骤如下:

Step1: 启动专家规则,判断铁路直装转库需求。如是铁路直装合同,则推荐转库,扣减相应仓库出入库能力。

Step2: 对于每个仓库中合同,启动专家规则,判断仓库是否涨库。如该仓库涨库,则计算涨库量,调用贪婪算法启发式,按合同的转库倾向值从大到小的顺序推荐转库合同,同时扣减相应仓库出入库能力,直到涨库得到解决。

Step3: 对于每个仓库中合同,如果仓库出入库能力还有剩余,则求解基于一维背包问题的整数规划(因涨库和铁路直装已经解决,模型只需考虑约束(2)和(5)),推荐该仓库一般合同的转库需求,否则,

转Step4。

Step4: 结束。

4.3 与现有事务处理系统的集成

现有OLTP系统是建立在关系数据库系统之上的,数据处理功能很强,但科学计算功能较弱,不适合模型求解。系统的问题求解过程需在既有数据处理功能又有很强科学计算功能的新环境中进行。为此,将数据抽取、数据转换、模型求解及模型结果转换这4个模块建立在模型计算环境中(具体环境见下节),将决策系统新增数据库、结果查询与返送、基本资料维护模块建立在现有OLTP系统中,分别在数据抽取模块和模型结果转换模块中实现OLTP环境与模型计算环境的接口。

用户界面全部在OLTP环境中建立,界面设计为可交互的,尽量与现有系统界面风格保持一致,符合用户习惯并提供在线帮助,以增加系统的实用性,使用户更乐于接受。

5 系统实现

现有事务处理系统运行于IBM大型主干计算机9672上,OLTP环境采用IBM的CICS,数据库管理系统为DB2。文献[2]介绍了一个在大型主干计算机上实现的基于优化模型的系统,该系统用于合并装车合同。SAS公司的SAS软件系统具有很强的数据处理功能,其中OR模块具有求解数学规划模型的能力,ACCESS模块可以对DB2中数据进行透明存取,文献[3]将SAS软件用于钢厂的合同计划,取得了很好效果。这里使用SAS软件作为模型计算环境。最终实现的系统结构如图1所示。

目前,该系统已投入运行8个月,系统运行稳定,用户反映良好。用户普遍认为,转库决策支持系统提高了转库决策的准确性,改善了转库业务人员的工作效率,决策支持效果明显。

6 结论

建立符合业务实际的数学模型,系统设计充分考虑模型所需正确数据的获取,决策系统与现有事务处理系统的集成以及用户对系统的接受,是本系统设计成功的关键。这是一个运筹学方法在实际中应用的成功例子。另外,本系统提出的系统设计思想,对基于运筹学模型的其它应用也具有一定的借鉴意义。

(下转第363页)

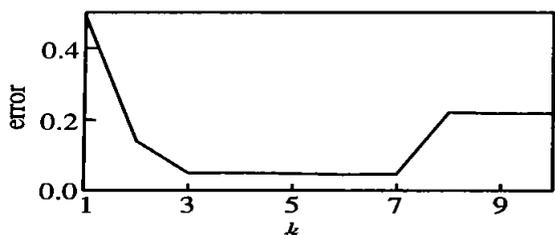


图 3 跟踪误差与迭代次数

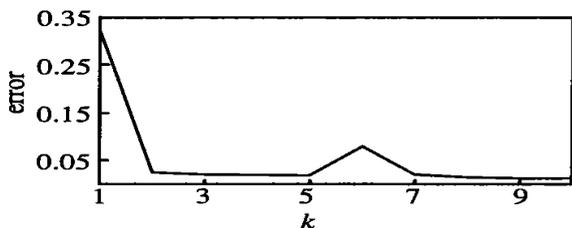


图 4 跟踪误差与迭代次数

仿真。跟踪误差曲线如图 4 所示,与图 2 相比,跟踪动态得到了明显改善。

5 结 语

本文对一类未知非线性系统的 ILC, 通过引入

NN 逼近模型, 提出一种新的智能自适应 ILC 设计方法, 该方法可通过调节设计参数获得任意精度的跟踪。实际仿真结果说明了算法的有效性及其所具有的优点。本文提出的 NN 控制器是高度结构化的, 适合于实际运行中的并行处理; 另外, 一旦控制器学习好后, 便能应用于类似的被控对象而不用再重复复杂的设计过程。

参考文献(References):

[1] French M, Rogers E. Nonlinear iterative learning by an adaptive Lyapunov technique[A]. Proc of the 37th Conf on Decision and Control[C]. Florida, 1998. 175-180.

[2] French M, Rogers E. Nonlinear iterative learning by an adaptive Lyapunov technique[J]. Int J Control, 2000, 73(10): 840-850.

[3] Zhang T, Ge S S, Hang C C. Adaptive neural network control for strict-feedback nonlinear systems using backstepping[J]. Automatic, 2000, 36(12): 1835-1840.

(上接第 359 页)

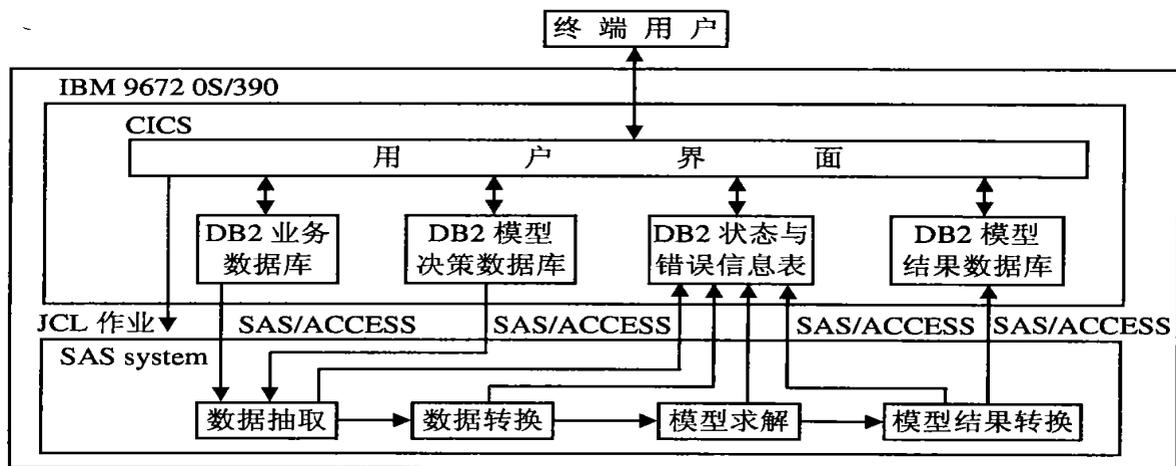


图 1 系统结构

参考文献(References):

[1] 宋健海, 胡国奋, 毛毛, 等. 钢铁企业产成品出厂决策支持系统的研究与开发[A]. 2000 年中国控制与决策学术年会论文集[C]. 沈阳: 东北大学出版社, 2000. 637-651.

[2] G G Brown, D Ronen. Consolidation of customer orders into truckloads at a large manufacturer[J]. J of the Operational Research Society, 1997, 48(8): 779-785.

[3] 殷峻. SAS 在合同计划中的应用[A]. Proc of the First Annual Baosteel SAS Users Group Conf[C]. 上海, 1999. 52-55.

[4] 高洪深. 决策支持系统(DSS)理论·方法·案例[M]. 北京: 清华大学出版社, 1996.

[5] 陈文伟. 智能决策技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 1998.