

面向物流的多目标优化仿真模型及系统应用研究^{*}

聂瑞华^{1,2} 邝颖杰¹

(华南师范大学计算机科学系 广州 510631)¹ (华南师范大学网络教育学院 广州 510631)²

摘要 建立能够综合多目标约束条件的系统决策优化模型,是区域物流实际的需要。本文通过对物流供应链进行综合分析,给出物流系统框架的基本设计,并从商品分类、仓储与运输、物流成本等多个角度多个目标进行建模,寻求模型的最优解,在系统中运用这些模型,为物流企业实现优化管理提供决策手段。

关键词 多目标优化,综合物流,物流系统,物流模型

1 引言

物流系统是物资由生产者到消费者的全过程,包括:市场需求预测、合理产品组合、合理运输方案、仓库布局合理化以及库容最优确定等,这些环节相互有机配合、协调一致形成一个统一体。物流系统是个多目标、多约束综合优化问题。但是,现今大部分物流管理系统都只是具有单一功能,而不是多目标综合优化的系统。这样的系统分散管理物流中的各个部分,这就使得管理人员不易统一管理,对数据的分析也缺乏全局的考虑。因此,本文力求建立能够综合多目标约束条件的系统决策优化模型,对多约束条件下众多数据信息优选,研究模拟仿真系统并加以实现。

2 系统概述

根据现代物流功能的实际需求,建立能够综合多目标约束条件的系统决策优化模型,综合模型包括以下子模型:

1. 市场的产品组合。在可用资源约束和需求约束条件下,寻求利润最大的产品。

2. 运输模型。其目标是在一定的供应条件下,使运输费用成本最小化。

3. 仓库选址与布局模型。是要决定在一定区域内设置仓库的数目以及设置仓库的地址,使物流费用进一步减小。

4. 仓库的库容确定问题。确定仓库的合理库容。

另外,利用 Internet 网络采用客户/服务器(C/S)体系结构与浏览器/网站(B/W)体系结构并行的方式,构成电子商务管理信息集成平台。

从上述目的出发,我们构建的应用系统由三个部分组成:综合决策软件包、物流客户端网站、物流管理端网站。三个组成部分使企业、客户能够同时在一个集中的、完整的、共享的环境下得到自己相应的需要。客户通过使用客户端网站输入数据资料,企业相关部门在决策系统内部处理单证,对财务、业务等进行统一规范的管理。而客户、企业各部门管理决策者等,则可以在任何时候通过浏览网站实时地查询到自己相关货物的处理情况,如单证情况,货物跟踪,及各种统计数据等等。所有的数据同步。通过这种方式,企业提供给客户的数据将更加准确、方便、快捷,无论客户或企业管理者在何时何地,只需要连接到互联网,就能查询到他希望查询到的货物信息,实现了物流供应商所希望提供的优质服务。应用结构如图 1 所示。

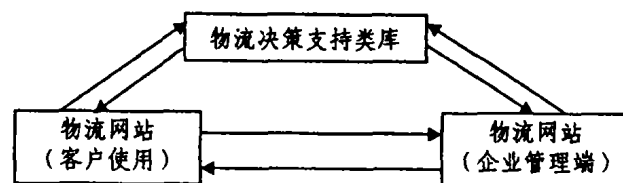


图 1 系统应用结构

3 系统应用框架

首先,物流体系涉及众多部门,如计划、采购、运输以及销售部门等。各部门的工作与目标不尽相同,但是作为整体的企业,应该把各有关部门视为一个团队,使得物流服务整体最优。各部门不能只顾及本部门的利益,而要充分考虑对其它部门的影响和企业整体利益,做到劲往一处使。这是综合物流系统的其中一个目标。因此我们可以把系统划分成几个子系统,各子系统互相联系,通过中心数据库交流信息,获得决策数据。

^{*} 本文研究得到广州市科技项目(2002J1 - C0281)及广东教育厅自然科学基金(0122)资助。聂瑞华 副教授,硕士生导师,研究方向为计算机网络及应用。邝颖杰 硕士研究生,研究方向为计算机网络及应用。

其次,企业的收入主要来源于客户,客户把需求提交上来,形成定单,然后企业就通过定单信息进行检查、配货、采购、入货、市场分析、配送、运输、调度等,而客户也无时不在注意自己的定单是否完成。

所以,系统的运作流程是以定单为线索,主要通过定单采集分析数据。根据以上要求,设计系统框架如图2所示。

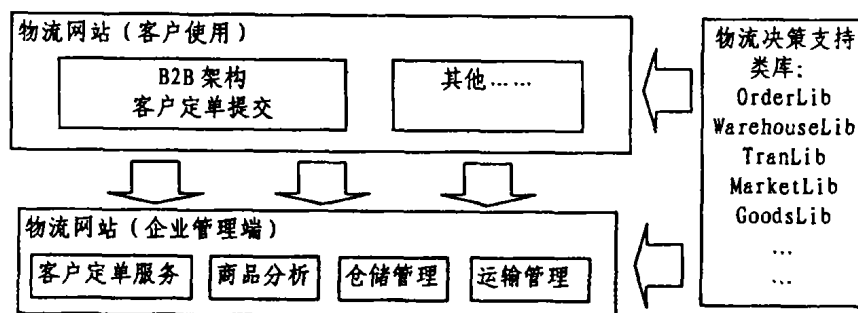


图2 系统框架

4 系统模型

应用系统中主要的模型包括:商品分类模型、仓储模型、运输模型和成本模型。商品模型用于确定企业商品的需求状况,对分析市场产品组合有很大好处,另外,它求出的结果对于后面的模型也有参考作用。仓储和运输这两个模型关系比较大,我们应把它们结合起来,而不是独立处理。成本模型控制整个物流成本的走势,具有举足轻重的作用。

4.1 商品分类模型

配送中心在收到客户的订单后,通过对客户需求订单进行EIQ(E——表示订单或客户(order Entry);I——表示物品的种类(Item);Q——表示客户的订货量(Quantity))分析,知道哪些物品是当前客户急需的,就商品的这种应能满足客户需求程度,将商品分成A、B、C等类,向仓储部门提交ABC分析表,以供仓储部门作出决策。同时配送中心通过对仓储中心库存情况以及对本部门或运输部门反馈的车次状况等信息的了解,指定用什么样的车次或车型到指定的某个或多个仓库去提货,最终作出既能让客户达到一定满意度又能使配送中心的花费最低的配送决策。

利用EIQ分析表的结果,对IQ(物品量)和EQ(订单量)进行降排序。其中由EQ的降排序,我们可以了解到客户需求的多少,利用客户的需求量的多少并绘制出EQ分析图,好让运输管理部门做出调度决策;再由IQ的降排序,我们可以了解到每类物品的被需求的程度,按它们的需求程度,由高到底将物品分为A、B、C、……、N类并绘制出IQ分析图,并提交给仓储管理部门做出仓储决策。

在整个多目标优化的过程中,我们在考虑EQ分析结果的同时,可能会给客户有很满意、满意、一般和不满意四种态度。在我们的系统中就能对客户的这种反馈态度进行统计和分析,好让决策者为下次配送做些调整,采用逐次逼近的方法,最终使多目

标优化能得到相对稳定的最优解。

4.2 仓储和运输模型

该模型的目标是实现在运输和仓储两个决策元下达到总体配送的整体优化。假设有 n 个客户 E_1 、 E_2 、……、 E_n ;同时有 m 种物品 I_1 、 I_2 、……、 I_m 供每个客户选购;也假设客户的具体订购情况。

为了计算的统一,我们将在仓储部分所求的每一种物品的经济订购量 M ,针对这里的 n 种物品,我们用 $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ 来表示每种物品的订购量,用 $ET(X_T)$ 和 $EW(X_W)$ 分别表示在运输和仓储部门花费的成本函数,向量 X_T 和 X_W 分别表示它们所对应的最优解或有效解。可能两处 X 向量所包含的矢量个数不同,但可以通过对较少的矢量个数的向量补上矢量值0,使它们所包含的矢量个数相同,由于这里增加的矢量值是参于乘法再求和的运算,故使这种方法有效;最后用 $ED(X)$ 表示完成仓储和运输两部分工作后总的成本函数。

由假设,我们可以得到下面的多目标优化函数模型

$$ED(X) = V _ \min(ET(X), EW(X))^T \quad (1)$$

约束条件为可行集(或约束集):

$$R = \{X | g_i(X) \leq 0, i \in \{W, T\}\} \quad (2)$$

多目标优化处理是采取线性加权和法来构造评价函数的,所以式(1)可具体转化为

$$h(ED(X)) = \alpha EW(X) + bET(X) \quad (3)$$

这里 a, b 称作加权系数,且满足

$$a + b = 1 \quad (4)$$

对加权系数 a, b 的值予以确定,常用的方法有 α -方法和迭代法等,但基于目标只有两个,即 $p = 2$;我们选用的是 α -方法,对于多目标(即 $p > 2$)优化情况求解的过程是类似的,只是求解的空间维数变大了,从而对于多目标求解的时空复杂度随着 p 的增长呈指数级提高。

4.3 成本模型

在建立物流成本模型时,作了如下的假设:

◆ 配送中心的库存系统采用周期检查控制策略;

◆ 仅考虑单一产品且其年需求量可以根据历史数据预测出来;

◆ 运输成本函数由运输部门或第三方物流运输公司提供;

◆ 配送中心每年向不同制造商订货的比例是确定的;

◆ 日平均需求量、订货提前期服从正态分布,它们的均值和方差可以估计。

不考虑配送中心销售成本及销售运输成本。

物流系统的预期年总成本包括配送中心的订货成本 $COST_{order}$ 、配送中心的库存持有成本 $COST_{hold}$ 、物流系统的运输成本 $COST_{translation}$ 、配送中心的缺货成本 $COST_{short}$, 它们分别表示如下:

$$COST_{order} = \sum_{j=1}^m K_{dj} \sum_{i=1}^n \frac{R_i \lambda_{ij}}{Q_j \lambda_{ij}} \quad (5)$$

$$COST_{hold} = \sum_{j=1}^m \left(\frac{Q_j}{2} + SS_j \right) \cdot W_j \cdot V + \sum_{j=1}^m (\mu_{ij} \cdot \mu_{dj}) \cdot Y_j \cdot V \quad (6)$$

$$COST_{translation} = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n f(Q_j \lambda_{ij}) L_{ij} \frac{R_i \lambda_{ij}}{Q_j \lambda_{ij}} (1-d) \quad (7)$$

$$COST_{short} = \sum_{j=1}^m b_j \cdot ES_j \frac{R_j}{Q_j} \cdot B_j \cdot V + \sum_{j=1}^n (1-b_j) \cdot ES_j \frac{R_j}{Q_j} \cdot V \quad (8)$$

式(5)表示第 j 个配送中心发生的总订货次数, 与其每次订货发生的订货过程成本 (K_{dj}) 相乘, 得到配送中心全年的订货成本; 式(6)用配送中心的平均库存量 $(\frac{Q_j}{2} + SS_j)$ 与单位库存持有成本的乘积表示全年库持有成本, 和分别表示运输时间、日需求量的均值; 式(7)中 $f(s)(1-d)$ 是运载量为 s 运价折扣为 d 时的运价函数, 其幂函数形式为 $f(s)(1-d) = a(\omega s)^b(1-d)$ (a, b 为待定参数, $a > 0, -1 < b < 0$), $\frac{R_i \lambda_{ij}}{Q_j \lambda_{ij}}$ 表示全年的订货次数, 得到了物流系统全年的运输成本; 式(8)表示物流系统全年的缺货成本, 它由忠诚顾客的延期交货成本和对应于非忠诚顾客的销售损失两部分组成。

为了寻找使得物流系统的年总成本 $COST(Q_1, Q_2, \dots, Q_m)$ 尽可能小, 同时满足服务水平约束条件, 得到物流系统最小成本的优化模型:

$$\begin{aligned} \min COST(Q_1, Q_2, \dots, Q_m) = & COST_{order} + COST_{hold} + \\ & COST_{translation} + COST_{short} = \sum_{j=1}^m n K_{dj} \frac{R_j}{Q_j} + \sum_{j=1}^m \left(\frac{Q_j}{2} + \right. \\ & SS_j \cdot W_j \cdot V + \sum_{j=1}^m (\mu_{ij} \cdot \mu_{dj}) \cdot Y_j \cdot V + \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \alpha(\omega \lambda_{ij} \\ & Q_j)^b L_{ij} \frac{R_j}{Q_j} (1-d) + \sum_{j=1}^m b_j \cdot ES_j \frac{R_j}{Q_j} \cdot B_j \cdot V + \sum_{j=1}^m (1- \end{aligned}$$

$$b_j) \cdot ES_j \frac{R_j}{Q_j} \cdot V$$

$$\begin{aligned} \text{S. T. } & ESL_j(Q_j) \geq TSL_j \quad (j=1, 2, \dots, m); \\ & Q_j > 9 \quad (j=1, 2, \dots, m) \quad (**) \end{aligned}$$

5 基于 .NET 的实现技术

.NET 是微软最新推出的面向企业和 Web 的开发平台, 由 Web 服务 (Web service)、框架和类库 (Frameworks and libraries)、交换标准 (Interchange standards)、共同的开发工具 (Common development tools)、组件模型 (Component model)、对象模型和公共语言规范 (Object model and common language specification) 和公共语言运行时环境等要素来组成它的框架结构。其中框架和类库包括 ASP.NET、ADO.NET 和 Windows Forms, 交换标准主要是基于 XML 的 SOAP 和 WSDL, 共同的开发工具是 Visual studio .Net。NET 框架使应用程序与操作系统的具体工作相隔离同时高度集成跨平台的接口技术、组件技术和数据库技术等。由此, 在 .NET 框架下开发的应用程序可以在多种硬件和操作系统之间转移和协作。

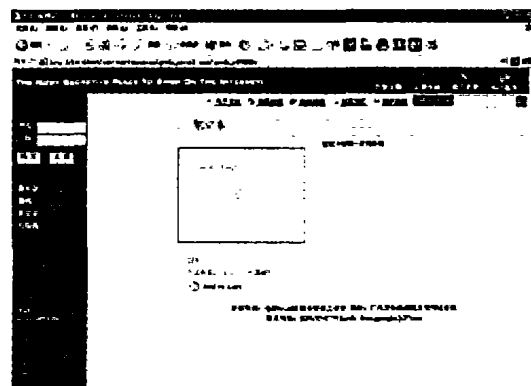


图3 客户端订购界面

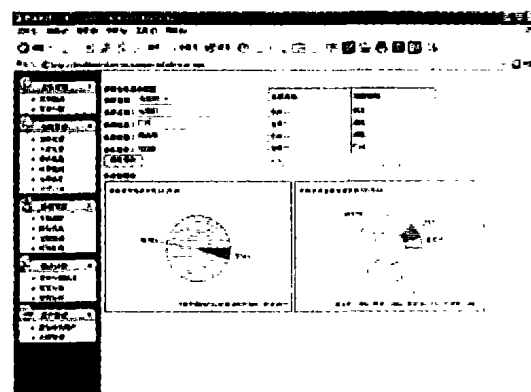


图4 仓储管理界面

为使应用系统具有良好的通用性和可扩展性, 我们基于 Microsoft .NET 最新技术开发物流应用系统, 系统采用 XML、ADO + 数据交换、XSLT 数据格式, Web Form 界面, Web Service 业务处理, SOAP 协议支持业务逻辑。应用 Internet 及 Web 技术改

变并拓展了最终用户的使用方式。使用 ASP.NET 实现了物流系统中所有的业务操作,并在安全性、并发性、运行效率上达到了高可用性。

系统所用到的通用类库首先实现了物流管理系统的数据访问层。数据访问层使用 ADO.NET 实现数据到 XML 和 XML 到数据的转换,同时强化了对数据结构的管理,例如强化了对树形结构的处理和复杂关系结构的处理。管理、安全、配置等通过数据访问层派生出新的处理,在数据访问的基础上强化了对各种业务的处理支持。

系统 B2B 客户端订购界面和系统管理端的仓储管理界面分别如图 3 和图 4 所示。客户端和管理端都是通过调用物流决策支持类库来完成业务处理的。

结束语 本文综合物流系统的各环节,提出了物流系统基本框架和多目标优化模型。模型对物流系统的成本,仓储与运输决策进行整体的优化,克服了单一模型产生的局部优化现象。通过把模型运用于物流系统中,能够有效控制物流总成本,为企业节省大量资源。

参考文献

- 1 Stevenson W J. Production/Operations Management. Irwin, Illinois, 1986
- 2 Bowersox D J, Closs D J. Logistics Management. the International Journal of Operations & Production Management, 1999, 19: 275 ~ 292
- 3 Banerjee A, Corera A, 康博译. C# web 服务高级编程. 清华大学出版社, 2002
- 4 丁立言, 张铎. 物流系统工程[M]. 清华大学出版社, 2000
- 5 王平, 胡向东. 敏捷制造模式下的物流配送决策支持系统. 计算机集成制造系统——CISM (Computer Integrated Manufacturing System), 2002, 8(2)
- 6 [日] 菊池康也, 丁立言译. 物流管理. 清华大学出版社
- 7 刘旺梅, 韩旭里. 多目标规划数值建模交互优化方式研究. 数学理论与应用, 2000, 20(4)
- 8 陈德泉, 陈红捷. 物流系统设计的新优化模式. 中国流通经济, 1997(6)
- 9 黄福员, 聂瑞华. 非线性规划多目标优化物流成本随机模型研究. 华南师范大学学报 - 自然科学版, 2003(3)
- 10 梁瑾, 聂瑞华. 基于 .NET 的随机库存管理信息系统设计与实现. 计算机工程与应用, 2004
- 11 聂瑞华, 邝颖杰. 基于 web service 技术的综合物流模型研究. 计算机工程, 2004

(上接第 35 页)

于国外的一些评价标准,直接奉行“拿来主义”也是不合理的。毕竟中国有自己的国情和网络教育发展的特点,在参考国外资料的同时,应该进行本土化的改造工作,融入具有民族教育特色的内容和先进的教育教学评价理论,发挥网络教学的特色,使之更适合评价我们自己的网络。

结束语 21 世纪的今天,网络已经超出了技术产品本身的内涵,而向社会生活的各个领域扩展,并逐渐形成了具有鲜明时代特色的文化。我们有理由

相信随着计算机网络的发展,基于网络环境下协作学习模式将会有更加广泛的应用前景。

参考文献

- 1 张琴珠编著. 计算机辅助教育. 北京: 高等教育出版社, 2003. 12
- 2 朱凌云, 罗廷锦, 余胜泉. 网络课程评价. 北京师范大学现代教育技术研究所. <http://www.whitvu.edu.cn/whitvubumen/yy/04/wlkc.htm>
- 3 谢舒潇等著. 网络环境下基于问题的协作学习模式的构建与应用. 电化教育研究, 2002(8)