

基于 ASP.NET 技术、量子遗传算法的物流调度管理系统设计与实现

李清忠¹

LI Qingzhong

摘要

随着大数据及云计算技术、人工智能技术在国内的迅猛发展,物流行业也广泛应用 ASP.NET 软件开发技术、B/S (browser/server) 系统结构、SQL Server 数据库等软硬件开发出符合物流企业车辆运输调度、物流信息管理的数字化服务系统。基于此,利用 Web 应用程序的 ASP.NET 分布式框架、B/S 结构、SQL Server 关系型数据库、IIS8 服务器、COM 组件等软硬件工具,建构起可用于物流企业客户订单管理、出库/入库管理、车辆调度管理的信息化服务系统,运用量子遗传算法建立物流企业的配送车辆路径规划模型、车辆优化调度寻优方案,进而提升物流企业配送车辆调度、物流信息资源管理的效率与质量。

关键词

ASP.NET 技术;量子遗传算法;物流信息化管理系统;设计

doi: 10.3969/j.issn.1672-9528.2024.08.015

0 引言

基于大数据及云服务计算的物流信息化管理系统,必将取代传统以人工管理为主的物流储运管理模式。针对物流企业现有的车辆储运、信息资源管理业务,设置包含客户订单管理、出库/入库管理、车辆调度管理、财务审计管理的网络功能模块,作出分布式物流数据信息处理与存储,利用量子遗传算法作出物流配送车辆的路径规划、车辆调度方式寻优,生成初始种群、交叉算子求解方式得到算法的最优值,保证物流企业车辆配送、信息管理工作的正常实施^[1]。

1 物流调度管理系统开发的主要技术

1.1 ASP.NET 程序框架技术

ASP.NET 为基于 Microsoft Visual Studio .NET 平台的软件开发技术,能够为企业级 Internet 应用程序、基本功能服务的开发提供支持。因而物流企业 Web 应用程序、功能组件的开发设计,可利用 ASP.NET 框架、.aspx 网页格式套用浏览器的 HTML 用户界面,完成多种功能组件、控件封装,并运行在 Web 服务器硬件平台上。ASP.NET 框架以 Visual Basic、C# 语言编写脚本代码,作出底层会话状态、进程循环的服务编程支持,并创建 .NET 类来保存文本、图像等的数据库资源,提高脚本编译与运行的可靠性^[2]。

1.2 B/S 结构和 SQL Server 数据库

B/S (浏览器/服务器) 结构是软件系统功能开发的基本

结构,分为表示层“浏览器端”、业务逻辑层“服务器端”、数据访问层“中间件”等组成层级,通过多层架构简化原有的 Web 应用程序客户端,只需在 Web 服务器上安装浏览器、应用逻辑组件,即可进行 Web 数据访问响应、多源信息的分布式处理,由浏览器端响应外部用户功能任务请求,经由 Http 传输协议形成浏览器、Web 服务器之间的通信连接,由此大大降低了 Web 服务器的数据访问响应负担^[3]。

基于 SQL Server 关系型数据库存储“整数”“实数”“字符串”的数据属性集合,可通过笛卡尔积二维表来界定集合中每个元素分量的值、排列顺序,定义有限域内集合子集的二元(n 元)关系,因此利用 Microsoft SQL Server 作为后台数据库进行物流调度信息化管理系统的开发设计,可保证系统运行、数据分类存储的稳定性^[4]。

1.3 COM 组件工具

COM 组件包括 com 库组件、Connection 组件对象类、Command 对象、GUID 标识符、HRESULT 接口调用返回值、内存管理接口等组成部分,主要用于 ASP.NET 框架的应用程序访问、数据传输响应与管理。其中,Connection 类负责后台数据库的 Web 应用程序访问;Command 对象负责数据流并发传输的指令发送,将系统数据信息读取或写入服务器;HRESULT 接口调用返回值、内存管理接口负责 DataSet 数据集存储的控制。若系统正常运行,则通过参数指针返回“S_OK 0x00000000 成功”的函数结果;若遇到异常情况,则返回“0x8007000E 内存申请错误”等错误值,中断数据集信息的存储^[5]。

1. 南昌理工学院 江西南昌 330044

2 基于 ASP.NET 框架的物流调度管理系统结构、功能模块设计

2.1 系统总体结构设计

选用 ASP.NET 软件开发框架、B/S 三层架构模型,结合物流企业自身基本的快递业务、车辆调度需求,建构起物流信息化服务系统,涵盖“浏览器端”的显示层、“中间件”的业务逻辑层、“服务器端”的数据访问层等三层 MVC 层级,具体组成结构如图 1 所示^[6]。

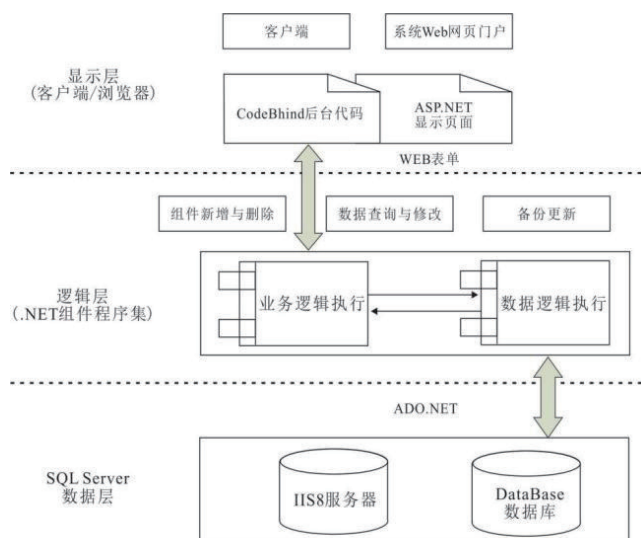


图 1 基于 ASP.NET 框架的物流调度管理系统结构

由图 1 的系统结构可知,整个物流调度管理系统由 SQL Server 数据访问层、业务逻辑层、显示表示层组成,基于数据访问层的 IIS8 服务器、DataBase 数据库、SQL Server 关系型数据库等组成硬件,负责物流数据信息的搜集处理、分布式存储;业务逻辑层存在由 .NET 组件、COM 组件构成的程序集合,负责物流业务、物流数据的逻辑执行,如特定数据资源的查询、修改、备份与更新;显示表示层是与外部用户访问、功能服务需求相连通的交互层级,Codebehind 指明页面的后台编码文件的文件名,ASP.NET 显示页面将用户访问请求关联到特定的事件处理程序。若页面正常运行,则为“true”,自动调用 ASP.NET 框架的 Page_Load()、Page_Init() 事件处理程序,否则需要返回错误的事件处理程序连接结果^[7]。

而 Web 应用程序的 B/S 结构模型有着极强的可扩展性,可根据物流企业的实际业务、功能服务需求设置不同的功能模块。通过 ADO.NET、Web 表单、Http 传输协议等软件,将数据信息传输、业务处理请求传送至数据层,由 DataBase 数据库、SQL Server 关系型数据库、后台服务器完成业务及服务管理,包括订单发货、订单异常处理、货物出库/入库、车辆调度与配送、财务审计管理等的数据处理与存储管理。

2.2 系统管理功能模块设计

物流调度管理系统通常包括车辆储运调度、货品信息管理两方面内容,根据物流企业的快递业务、功能服务需求完成如图 2 的管理功能模块设计^[8]。

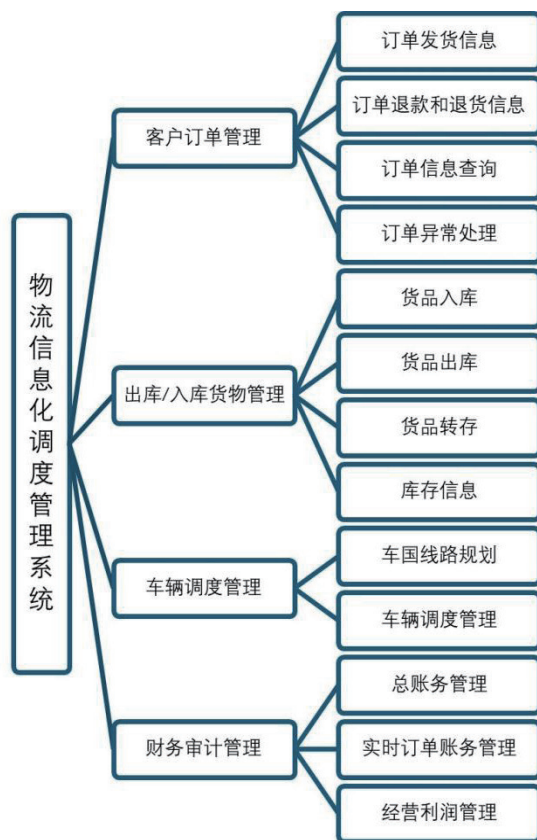


图 2 物流调度管理系统的功能模块

(1) 客户订单管理。客户订单管理存在订单发货信息、订单退款和退货信息、订单信息查询、订单异常处理等功能模块。在用户客户端提交物流订单后,由管理员根据物流订单号打印快递单,后台自动生成发货通知单、发货出库单的发货信息,并将物流数据返回至后台数据库,为前端用户、后端管理员的订单信息查询提供支持。若客户发生订单退款和退货、订单异常状况,则由 SQL Server 数据层、业务逻辑层执行订单审核、验证与更新操作^[9]。

(2) 出库/入库货物管理。出库/入库货物管理包括货品入库、货品出库、货品转存、库存信息等模块,由仓库管理人员对供应方货品的外观、数量、类目进行清点验收,核查后分类入库;出库时扫描物品条码信息、打印出库单,同时后台自动登记与删除出库货品、更新数据库货品信息;针对不同权限管理者、访问用户,提供出库/入库货品信息统计、在线查询服务。

(3) 车辆调度管理。基于物流信息化调度管理系统,由系统管理员登入 Web 浏览器平台、点击车辆管理模块,包括车辆线路规划、车辆调度管理的子模块,监督查看当下物

流站点的车辆班次、车辆行进路线。根据实际的货物储运、新兴业务发展需求，调整物流车辆调度的班次和频率、修改车辆行进线路，将车辆线路规划、车辆调度管理的数据更新、存储至后台数据库。

(4) 财务审计管理。财务审计包括总账务管理、实时订单账务管理、经营利润管理等功能模块。通过在线订单下定、订单退款和退货、货品入库/出库、货物配送、订单签收的业务流程分析，搜集与整合涉及的一系列产业运营信息、财务账务信息，利用经营利润管理模块对物流企业总账务各部门收益进行统计核算、修改与存储操作，生成年度或季度利润报表，上传至后台数据库以便于用户的财务信息浏览、调用。

2.3 数据库逻辑设计

针对以上物流管理功能服务模块的数据项，采用 SQL Server 2021 数据库系统进行数据项、数据结构转换，转换为符合数据库要求的数据逻辑结构，建构如下的物流订单、出库/入库货物、库存货物、车辆配送单的数据表，包含订单号、货物 ID、出库/入库通知单 ID、货物基本信息等，具体如表 1 所示 [10]。

表 1 物流调度管理系统的数据逻辑结构

列名	数据类型(字符串)	列名	数据类型(字符串)
订单号	nvarchar(50)	入库通知单 ID	int
货物 ID	int	出库通知单 ID	int
Type	nvarchar(50)	供应方	nvarchar(50)
Standard	nvarchar(50)	收货方	nvarchar(50)
BarCode	nvarchar(50)	运输方式	nvarchar(50)
Weight	decimal(18,0)	是否验收	nvarchar(4)
Wolume	decimal(18,0)	是否上架	nvarchar(4)
Unit	nvarchar(50)	出库者/入库者	nvarchar(50)
Price	decimal(18,0)	出库/入库日期	datetime
KuCunSL	decimal(18,0)	送达日期	datetime
Remark	nvarchar(200)	验收者	nvarchar(50)

3 基于量子遗传算法的物流车辆调度、路径规划管理方案

为实现物流企业内部车辆配送的合理调度，基于人工智能的量子遗传算法，进行车辆路径的非确定性多项式(NP-hard)寻优，跟踪识别物流企业配送车辆的信息素，包括车辆配送货物数量、配送目标点。采用模糊特征提取方式、信息素导引规则函数为 Z 提取出不同信息素进行聚类分析，建构起物流企业车辆配送控制模型，用以分析物流车辆配送的

位置、控制车辆行进的路径节点。假设车辆到节点 i 时已积累的物流货品载重量为 $Q_{ik}(t)$ 、稳态载重量为 Q ，基于量子遗传算法建立车辆配送信息素的模糊分布向量模型，则 t 时刻物流货品运输配送车辆可承载的最大载重量，可用以式 (1) 的约束条件计算公式作出表示 [11]。

$$\sum_{i=0}^n q_i y_i^k \leq Q - Q_{ik}(t) \quad (1)$$

基于车辆配送路径的信息素浓度 τ_{ij} 、不同网络节点的所有路径在初始阶段存在着同等的信息素浓度，后续车辆通常会根据之前车辆留下的信息素浓度来选择后续行进节点，则 t 时刻物流运输车辆选择从网络节点 i 行进到 j 的概率可表示为：

$$P_{k(ij)}(t) = \begin{cases} \frac{[\tau_{ij}(t)][\eta_{ij}(t)]}{\sum_{s \in allowed} [\tau_{is}(t)][\eta_{is}(t)]} & j \in allowed \\ 0 & else \end{cases} \quad (2)$$

式中： $P_{(ij)}(t)$ 表示 t 时刻车辆选择行进路径 (i,j) 的概率； τ_{ij} 表示 (i,j) 路径中存在的信息素浓度， τ_{is} 表示后续车辆可选择行进路径的总信息素浓度； η_{ij} 表示当前车辆选择 i,j 路径的期望程度， η_{is} 表示后续车辆可选择行进路径的总期望程度； $s \in allowed$ 表示车辆可选择的下一个且没有访问过的网络节点集合。

假设 t 时刻物流企业车辆配送优化调度的节点信息素强度分布集为 $\{\tau_i', \tau_j'\}$ ，根据增加的感知信息路径给定物流车辆配送初始化路径分布的混合量子群 $\{(x_i^0, y_i^0) | i=1,2,\dots,n\}$ 、车辆调度优化的估计先验概率 $P_{(ij)}(t)$ 、初始化自适应权值 $1/\mu$ ，则可计算得出在某一路径空间内物流车辆配送节点信息素优化的模糊权值、归一化权值如式 (3)，物流企业车辆配送控制模型的行进路径如式 (4)。

$$w_{ij}^k = \frac{(x_i^0, y_i^0) p_{ij}(t)}{(\tau_i', \tau_j') d_{ij} H_{ij}} \quad \tilde{w}_{ij}^k = \frac{w_{ij}^k}{\mu} \int_0^\infty w_{ij}^k \min\{f(x_{ij}^k)\} dx \quad (3)$$

$$S = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n d_{ij} (x_{ij}^k, y_{ij}^k) \frac{H_{ij}}{H} P_{(ij)}(t) + \sum_{i=1}^n \frac{G_k}{G} \tau_{ij} P_{(ij)}(t) \quad (4)$$

式中： S 表示物流企业内部车辆配送经过的地图网格路径， τ_{ij} 表示车辆配送路径的信息素浓度；决策变量 x_{ij}^k 表示车辆行进的路径选择， y_i^k 表示车辆运输的任务分配情况，若节点 i 、 j 之间的物流运输由车辆 k (最后一辆车) 配送，则 $x_{ij}^k=1$ 、 $y_i^k=1$ ，表示车辆由 i 点行驶到 j 且物流运输任务由车辆 k 执行，其他情况下按照车辆在节点的运输任务分布代入 (x_{ij}^k, y_i^k) 。 I 、 j 分别表示物流车辆配送路径中经停的节点和邻节点， d_{ij} 表示节点 i 和邻节点 j 之间的距离； H_{ij} 和 G 分别表示物流车辆配送的单位 (总) 距离成本， G_k 和 G 分别表示某一 (所有)

车辆发车的成本， k 表示物流企业内部的配送车辆数量。

4 仿真实验及结果分析

4.1 实验环境参数设置

以 $\times\times$ 企业车辆运输的物流货品配送为例，假设在一个配送中心设置 10 辆物流配送车辆，向 10 个分布式客户门店配送货品，不考虑交通事故、道路拥堵、车辆故障或折损等外部影响因素。其中，设置配送中心点位置坐标为 $X(x_a, y_o)$ ，分布式客户门店点的位置坐标为 $z(z_{ia}, z_{io})$ ，则基于欧几里得度量公式计算配送中心点与间客户门店的距离 $d_{x-z_i} = \sqrt{(x_a - z_{ia})^2 + \dots + (x_o - z_{io})^2}$ 。

4.2 实验结果分析

物流企业的配送中心地点处于 (144.38,201.50) 的坐标位置，其他客户门店的配送点位置分别为 $z_1(159.10,132.54)$ 、 $z_2(232.19,225.76)$ 、 $z_3(311.02,39.80)$ 、 $z_4(148.69,257.43)$ 、 $z_5(293.41,48.67)$ 、 $z_6(303.27,211.85)$ 、 $z_7(225.47,24.13)$ 、 $z_8(173.25,201.92)$ 、 $z_9(64.33,50.96)$ 、 $z_{10}(78.94,163.35)$ ，设置物流企业配送中车辆调度、路径寻优的信息素浓度 $\tau_{ij}=0.5$ ，期望程度 $\eta_{ij}=2.0$ 表示当前车辆选择 ij 路径的总期望程度， η_{is} 表示后续车辆可选择行进路径的总期望程度，信息素浓度可调节系数控制在 $[-1,1]$ 的范围之间。基于 MATLAB R2022a 仿真实验软件，依照量子遗传算法的计算公式作出模型收敛与可靠性分析、算法最大迭代次数为 100 次，得到仿真实验结果如表 2 所示^[12]。

表 2 物流企业配送中车辆调度、路径寻优的实验结果

实验算法	物流企业车辆配送顺序	配送总成本 / 元	配送最短路径 /km
量子遗传算法	$X-z_1-z_{10}-z_8-z_2-z_4-z_6-z_3-z_9-z_5-z_7$	12 563.84	1 125.61
变邻域遗传算法	$X-z_8-z_{10}-z_9-z_5-z_4-z_1-z_3-z_7-z_6-z_2$	21 790.33	1 355.48

根据表 1 量子遗传算法、变邻域遗传算法的仿真实验结果可得，在符合物流企业配送中车辆调度的情况下，基于量子遗传算法的车辆货物配送的 $X-z_1-z_{10}-z_8-z_2-z_4-z_6-z_3-z_9-z_5-z_7$ 寻优路线更加合理，配送最短路径为 1 125.61 km，配送总成本为 12 563.84 元，相比变邻域遗传算法的车辆调度、路径分配方案更合理，消耗的物力财力资源更少。

5 结语

面对新时代日益增长快递数量、物流运输分配压力，物流企业储运管理的数字智能化发展已成为必然改革方向。依托于 ASP.NET 分布式框架、B/S 结构、SQL Server 数据库等

软硬件开发出物流企业调度管理系统，基于量子遗传算法作出物流企业配送的车辆调度、路径寻优，可完成物流企业客户订单管理、出库 / 入库管理、财务审计管理、车辆路径配置等功能服务，优化物流公司的储运业务服务、信息化管理流程。

参考文献：

[1] 黄瑞科,唐臣.供应链物流管理系统设计与应用研究——基于 RFID 技术[J].中国商论,2021(1):133-134.
 [2] 米扬.以成果库为核心的某石油企业科技管理系统设计分析[J].中国管理信息化,2021(13):122-123.
 [3] 王大伟.基于 RFID 的物流管理系统设计及应用[J].电子设计工程,2016(20):66-68+71.
 [4] 杨多利,巴合提努尔·尔斯别克,刘亚军.中心物流管理系统设计与实现[J].科技经济市场,2017(5):42-43.
 [5] 聂文斌,胡如忠,丁旭,等.基于二维码产品物流管理系统的开发及应用[J].世界有色金属,2021(2):134-135.
 [6] 王瑞江,朱晓霞,夏艳丽,等.面向新材料企业的智能物流管理系统设计[J].物流技术,2020(4):112-116+142.
 [7] 张琪,杨晓英.基于改进量子遗传算法的重型装备生产调度研究[J].机电工程,2021(6):689-696.
 [8] 耿如花.基于路径匹配的交通物流调度联合优化方法[J].沈阳工业大学学报,2023(2):200-206.
 [9] 吴新胜,姜婷,赵梦超,等.基于群智能混合算法的应急物流路径优化研究[J].四川理工学院学报(自然科学版),2018(4): 68-73.
 [10] 胡乃平,于丰平.基于混合遗传算法的车辆路径优化问题研究[J].计算机与数字工程,2018(6):1123-1129.
 [11] 李攀,邹冰倩,王利.基于 Lingo 算法的乘用车物流运输调度问题研究[J].科学咨询,2017(44):90-92.
 [12] 林韩熙,向丹,欧阳剑,等.移动机器人路径规划算法的研究综述[J].计算机工程与应用,2021(18):38-48.

【作者简介】

李清忠（1981—），男，福建莆田人，硕士，讲师，研究方向：计算机科学与技术。

（收稿日期：2024-05-16）