

基于模糊聚类的 RITS 货运服务系统逻辑框架设计

杨毅凡^{1,2}, 倪少权^{1,2}

(1. 西南交通大学 交通运输与物流学院, 四川 成都 610031;

2. 西南交通大学 全国铁路列车运行图编制研发培训中心, 四川 成都 610031)

摘要: 基于发展先进的货物运输服务系统的迫切要求,在运用传统的面向过程的体系构架开发方法的基础上,借鉴了企业架构规划思想,提出了基于模糊聚类的 RITS 逻辑框架设计模型。从系统科学的思维角度出发,通过分析货物运输整套流程,提出了基于 RITS 面向货主的货运服务系统需求分析表,并定义了货运服务系统逻辑框架系统要素。运用模糊数学相关概念,定义了过程和数据的模糊关联矩阵,运用模糊聚类分析的数学方法,实现了 RITS 货运服务系统的逻辑框架功能模块软化分,并完成货运服务系统顶层逻辑框架 DFD 图。

关键词: 货运服务系统; 模糊聚类; 企业架构规划; 需求分析; 逻辑框架

中图分类号: U2 **文献标志码:** A **文章编号:** 2095-0373(2014)03-0101-05

0 引言

我国铁路信息化总体思路成型较早,各系统间存在着大量信息孤岛,导致许多信息资源无法共享,难以进行深层次加工等诸多问题。鉴于此,急需重新对货运服务系统进行需求分析,搭建逻辑框架,为重构物理框架奠定基础。我国 RITS 体系结构研究起步较晚,国内目前的研究大都采用面向过程的方法,对 RITS 系统逻辑框架进行硬划分。鉴于 RITS 逻辑框架内部结构耦合关系的复杂性,运用企业架构规划的相关技术,并引入模糊聚类分析方法,提出基于模糊聚类的 RITS 逻辑框架设计模型,并对基于 RITS 的货运服务系统逻辑框架进行软划分。

1 体系框架构建的方法概述

铁路智能运输系统,即 RITS(Railway Intelligent Transportation System)是一个多功能、多任务的大型复杂信息系统,系统的开发设计具有典型的时空性和阶段性。为搭建一个开放的、信息高度共享的、可茁壮发展的大型系统,体系框架的制定尤为重要^[1]。目前,研究大型系统体系框架的方法主要有 AMD 架构开发方法、Architecture Content Framework 开发方法、Reference Models 架构开发模型、DODAF 架构开发方法、EA 总体架构设计方法、TOGAF 架构设计方法、Zach-man Framework 开发方法等等。企业信息化构架规划方法的优点在于开发者能宏观掌握系统的功能特征,传统的面向对象研究方法可以使建成系统功能与既有系统特性较好的吻合。本文综合运用传统的面向过程的体系框架研究方法和企业信息化构架规划方法,提出体系框架搭建的新思路。图1所示为大型复杂系统体系框架建设的方法。

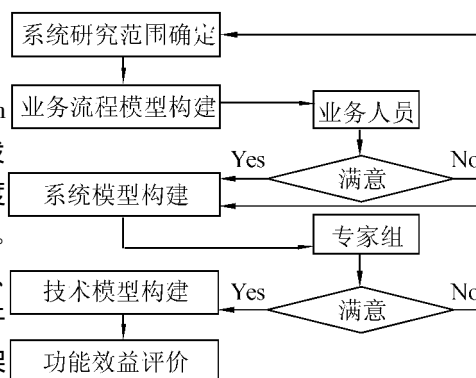


图1 大型复杂系统体系框架建设方法

DOI: 10.13319/j.cnki.sjztdxxb.2014.03.21

收稿日期: 2013-06-06

作者简介: 杨毅凡 男 1989 年出生 硕士研究生

基金项目: 国家自然科学基金(61273242); 铁道部科技计划项目(2012X012-D、2012X001-C、Z2011-016)

2 基于模糊聚类的 RITS 逻辑框架设计模型

逻辑框架在 RITS 中主要描述功能和功能之间的信息交互关系^[2]。系统的功能之间是互联互通的,它既是系统其他部分信息的输入点,同时也是其他功能信息的输出点^[3]。逻辑框架实质上是描述功能之间信息交互的工具,是物理系统搭建的理论支持。鉴于 RITS 逻辑框架内部结构耦合关系的复杂性,本文结合大型复杂系统体系框架规划的上述方法,引入了模糊聚类分析方法,提出了如图 2 所示的基于模糊聚类的 RITS 逻辑框架设计模型,并对基于 RITS 的货运服务系统逻辑框架进行了软划分^[4]。

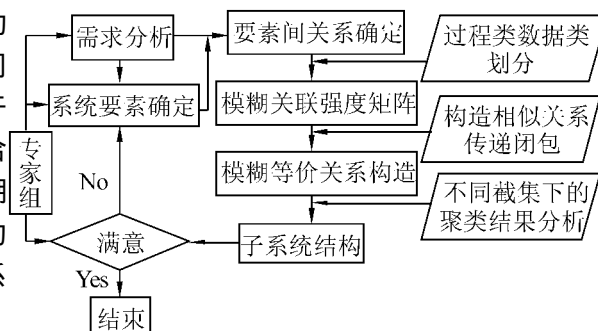


图 2 基于模糊聚类的 RITS 逻辑框架设计模型

3 货运服务系统逻辑框架设计

3.1 系统需求分析

需求分析的任务是从用户角度阐述用户需要什么样的系统功能和系统特性,采用面向过程的分析方法,分别从信息提供与决策支持、电子商务、个性化与增值服务 3 个方面,按各个业务流程对货主需要的服务进行了详尽的分析^[5]。

(1) 运前。信息提供与决策支持方面,货主需要的服务主要是权限认证、运力资源信息获取、托运文件信息获取、运输方案付诸决策、智能化业务指导与查询;电子商务方面,货主需求有电子贸易、电子下单、电子支付;个性化与增值服务方面,系统需要进行客户关系管理(CRM)。

(2) 途中。信息提供与决策支持方面,货主需求有全程跟踪监控、业务变更、紧急情况查询;电子商务方面,货主需求主要在于电子货票;个性化与增值服务方面,货主需求有门到门运输服务、专业运输服务、换运决策支持。

(3) 到站。信息提供与决策支持方面,货主需求有理赔方案获取、催领通知、服务评价、仓储信息服务;电子商务方面,货主主要需求理赔支付功能;个性化与增值服务方面,系统需建立客户档案并进行数据挖掘。

3.2 系统要素分析

本文选择 RITS 货运服务系统逻辑框架中的过程和数据作为系统的基本要素。其中,过程是信息获取、管理、使用的每个阶段,具有不可再分性。数据传递的载体是过程,每个过程都要使用相应的数据,每个数据可以被多个过程所使用,过程之间通过使用数据彼此耦合。RITS 货运服务系统逻辑结构模型可表示为由过程集 P 和数据类集 D 组成的二元组 $S: S = \{P, D\}$, $P = \{p_i | i = 1, 2, \dots, n\}$, $D = \{d_j | j = 1, 2, \dots, m\}$ 。其中 p_i 表示某个过程类, d_j 表示与某个过程相关的数据类。

RITS 逻辑框架设计的目的是要把 S 分解为若干个低耦合、高内聚的功能模块,所以框架设计的目标可以表示为

$$S = \{F_1 \cup F_2 \cup \dots \cup F_q\} \text{ 且 } F_i \cap F_j = \emptyset (i \neq j) \quad (1)$$

式中, F_i 表示逻辑框架中某个功能模块,这些功能模块内部高度聚合,而模块之间具有较低的耦合性^[6]。

根据需求分析,采用面向过程的研究方法,定义了为实现货主的需求所必需的过程类和数据类等 38 个货运服务系统要素。将过程编码为: P0 为登录请求、P1 为登陆授权、P2 为运力资源信息采集、P3 为运力资源信息发布、P4 为货运服务信息采集、P5 为货运服务信息发布、P6 为货票信息采集、P7 为货票信息查询、P8 为托运要求参数采集、P9 为托运要求参数管理、P10 为联运部门信息获取、P11 为货物信息采集、P12 为货物信息管理、P13 为联运方案辅助决策、P14 为装载加固方案决策、P15 为在线业务办理指导、P16 为在线下单、P17 为受理承运通知、P18 为保价保险办理、P19 为电子贸易、P20 为合同变更、P21 为货物实时信息更新、P22 为货物实时信息查询、P23 为紧急救援信息更新、P24 为紧急救援信息查询、P25 为物流

信息采集、P26 为物流信息管理、P27 为物流信息查询、P28 为换运辅助决策、P29 为仓储信息采集、P30 为仓储信息管理、P31 为网上理赔、P32 为催领通知、P33 为运价核算、P34 为电子支付、P35 为客户投诉建议、P36 为客户档案建立、P37 为客户关系管理。由于篇幅有限,表 1 列出了其中部分过程要素的输入数据流和输出数据流。

表 1 RITS 货运服务系统要素定义表

过程编号	过程名称	输入数据流	输出数据流
P1	登陆授权	信息核对证明	用户登陆许可
P7	货票信息查询	货票信息查询请求	货票信息检索、径路里程信息查询
P13	联运方案辅助决策	货主托运、联运部门优化目标、运力资源信息	货物联运决策信息
P16	在线下单	货主在线下单请求	货主在线下单
P19	电子贸易	在线业务办理请求	在线业务办理信息
P24	紧急救援信息查询	紧急救援信息查询请求	紧急救援实时信息
P28	换运辅助决策	货物实时信息、运力资源信息	换运决策方案信息
P31	网上理赔	理赔请求	理赔方案输出
P32	催领通知	货物到达信息获取	货物到达、催领通知
P34	电子支付	运费、保险费信息获取请求	电子退、补款
P37	客户关系管理	客户档案导出	客户定制信息

3.3 要素间关系分析

为定量描述 RITS 货运服务系统要素间的关联关系,引入模糊数学的概念建立模糊关联强度矩阵。

3.3.1 模糊关联关系确定

过程使用的是数据,所以过程类和数据类之间存在直接或间接的关联关系,定义这种关系为模糊关联关系。 X 是直积 $P \times D = \{(p, d) \mid p \in P, d \in D\}$ 上的模糊集合,且隶属度函数 $u_X: X \rightarrow [0, 1]$,则过程类和数据类的关联关系可以描述为

$$X = \begin{bmatrix} u_X(p_1, d_1) & \cdots & u_X(p_1, d_m) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ u_X(p_n, d_1) & \cdots & u_X(p_n, d_m) \end{bmatrix} \quad (2)$$

3.3.2 隶属度函数选择

过程类与数据类的隶属度函数可以表示为

$$u_X(p_i, d_j) = \begin{bmatrix} u_{X(11)} & u_{X(12)} & \cdots & u_{X(1m)} \\ u_{X(21)} & u_{X(22)} & \cdots & u_{X(2m)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ u_{X(n1)} & u_{X(n2)} & \cdots & u_{X(nm)} \end{bmatrix} \mu_{X(ij)} \in [0, 1] \quad (i = 1, 2, \cdots, n; j = 1, 2, \cdots, m) \quad (3)$$

通过专家评价加权平均法采用如下原则进行隶属度函数赋值:(1)数据对过程的重要度;(2)过程利用数据的频率;(3)过程使用数据量大小;(4)过程间接使用的步骤;(5)数据获取使用的终端。

3.3.3 模糊关联强度矩阵生成

为表示过程是否使用某数据,定义过程使用数据类矩阵 Q

$$Q_{ij} = \begin{cases} 0 & \text{过程 } p_i \text{ 和数据 } d_j \text{ 无关} \\ 1 & \text{过程 } p_i \text{ 使用或产生数据 } d_j \end{cases} \quad (4)$$

则,过程类和数据类的模糊关联强度矩阵为

$$R = QX^T \quad (5)$$

3.4 功能模块聚合

为实现货运服务系统逻辑框架功能模块的聚类,首先需要根据过程类和数据类的模糊关联强度矩阵,得到过程类之间的相似关系,并由此找到模糊等价关系 $\bar{R}$ 。由于模糊等价关系是论域 R 与自己的笛卡尔乘积 $R \times R$ 的一个模糊集合,而模糊集合的任何 $\alpha (0 \leq \alpha \leq 1)$ 截集 $\bar{R}_\alpha$ 都是 $R \times R$ 上的普通集合,即为 R 上的普通等价关系,也就得到了关于 R 中对象元素的一种分类^[7]。

为建立分类对象集合 R 上的模糊等价关系 $\bar{R}$,通常需要计算各个分类对象之间的相似性统计量,建立

参 考 文 献

- [1]王卓,贾利民. 铁路智能运输系统结构设计方法[J]. 中国铁道科学. 2006 27(2): 116-118.
- [2]贾利民,李平. 铁路智能运输系统——体系框架与标准体系[M]. 北京: 中国铁道出版社 2004: 18-20; 46; 54.
- [3]周曦,李平,贾利民. 中国铁路智能运输系统标准体系的研究[J]. 交通运输系统工程与信息 2004 4(4): 41-48.
- [4]周立新. 铁路智能运输系统的构建方法[J]. 同济大学学报 2003 31(1): 27.
- [5]贾利民,王卓. 铁路智能运输系统设计优化理论与方法[M]. 北京: 中国铁道出版社 2006: 33-34.
- [6]孟燕. 铁路智能运输系统结构设计方法研究[D]. 北京: 铁道科学研究院 2005.
- [7]高新波. 模糊聚类分析及其应用[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社 2004: 42-43.

Logical Framework of RITS Freight Transportation Service System Based on Fuzzy Clustering Analysis

Yang Yifan^{1,2}, Ni Shaoquan^{1,2}

(1. School of Transportation and Logistics, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China;

2. National Railway Train Diagram Research and Training Center, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

Abstract: In order to develop an advanced Freight Transportation Service System, enterprise architecture planning methods are brought into traditional process oriented approaches. RITS logical framework design model based on Fuzzy Clustering Analysis is raised. Through the analysis of carriage transportation, the requirement of Freight Transportation Service System is put forward from the point of view of system science. According to the requirement table, the system elements of the Freight Transportation Service System are provided. Taking advantage of the fuzzy mathematics, the fuzzy correlation matrix between the processes and data is put forward. By introducing the mathematical method of fuzzy clustering, the logic framework of the freight service system is established and the DFD figure of the logic framework of the freight service system is raised.

Key words: freight transportation service system; fuzzy cCluster analysis; enterprise architecture plan; demands analysis; logical framework

(责任编辑 刘宪福)