

文章编号: 1001-0920(2007)01-0085-06

物流配送问题的知识表示及其在 GIS 中的映射研究

刘伟国^{1,2}, 胡祥培², 王旭茵^{1,2}

(1. 西北师范大学 经济管理学院, 兰州 730070; 2. 大连理工大学 系统工程研究所, 辽宁 大连 116024)

摘要: 针对电子商务物流配送实时监控与调度问题, 以提高物流配送实时优化调度的智能性和科学性为突破口, 引入人工智能和知识工程的知识表示理论, 提出一种基于知识的物流配送问题的树状表示法, 给出了基于 GIS 的物流配送问题知识表示的系统模型以及物流配送知识在 GIS 中的映射方案. 该方案通过 XML 关系映射文档, 保持了知识库和空间数据库的一致性. 仿真研究表明, 所进行的工作有利于深化基于 GIS 的物流配送实时决策和智能调度系统的研究.

关键词: 物流配送; 知识表示; 映射; 地理信息系统; XML

中图分类号: TP18 **文献标识码:** A

Knowledge representation for E-commerce logistics distribution and its mapping in GIS

LIU Wei-guo^{1,2}, HU Xiang-pei², WANG Xu-yin^{1,2}

(1. School of Economics and Management, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China; 2. Institute of Systems Engineering, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China. Correspondent: LIU Wei-guo, E-mail: winterplum.home@163.com)

Abstract: Applying theories of knowledge representation in artificial intelligence and knowledge engineering, real-time monitoring and scheduling in logistics distribution under E-commerce is presented in order to improve the intelligence and science of real-time optimization of scheduling in logistics distribution. A knowledge-based tree-like representation for the real problems of logistics distribution is proposed. A model and a mapping solution to GIS-based knowledge presentation for logistics distribution are presented. Meanwhile, the coherence between knowledgebase and spatial database is kept by the mapping solution through the XML relational mapping documents. Simulation results show that this research is beneficial establishing the intelligent scheduling system of logistics under E-commerce based on GIS.

Key words: Logistics distribution; Knowledge representation; Mapping; Geographical information system (GIS); Extensible markup language (XML)

1 引言

电子商务物流配送涉及许多动态环境和实时信息, 如何使其适应动态环境的实时变化, 作出智能而科学的决策, 是一个急待解决的难点问题.

目前, 国内外对物流配送问题的研究主要侧重于相应问题的数学建模和求解算法^[1,2]. 物流配送中的路径规划、监控调度等问题具有实时性和动态性的特点, 通过模型大多难以实现, 而且这种以数学模型为基础构建的物流配送系统很难适应客观条件

的实时变化, 需重新建立模型并设计系统. 为了克服这种基于数学模型的物流配送系统的“静态”局限性, 提高物流配送系统的动态适应能力, 必须改变物流配送系统的建造方式和建造基础. 物流配送问题在计算机中的表示是建造智能化物流配送系统的基础, 从而使物流配送系统具有基于知识的推理能力和动态的环境适应能力. 为此, 物流配送问题在计算机中的表示方法必须基于知识. 这就需要找出一种适合于物流配送问题的知识表示方法, 即物流配送

收稿日期: 2005-10-19; 修回日期: 2006-05-16.

基金项目: 国家自然科学基金项目(70031020, 70171040); 教育部科学技术研究重点项目(03052); 教育部博士点基金项目(20010141025); 辽宁省自然科学基金项目(2001101074).

作者简介: 刘伟国(1973—), 男, 兰州人, 讲师, 硕士, 从事地理信息系统与物流信息化等研究; 胡祥培(1962—), 男, 安徽黄山人, 教授, 博士生导师, 博士后, 从事电子商务与物流管理、知识工程等研究.

问题的知识表示法. 物流配送问题的知识表示是建立智能化物流配送调度系统的前提和研究基础.

根据特定的问题和领域,国内外学者在传统知识表示方法的基础上,提出了各种不同的知识表示方法. 例如,面向对象的知识表示方法^[3],基于 Petri 网的知识表示^[4],基于神经网络的知识表示^[5],在网络和跨平台环境下发展起来的基于 XML 的知识表示法^[6,7],以及在生产领域的树状知识表示法^[8]等. 这些知识表示方法及其基础上的混合知识表示法,在问题的可辨识性、问题描述结构的可扩性以及知识推理效率等方面有了较大的进步.

另一方面,地理信息系统(GIS)的应用和发展已经成为势不可挡的国际潮流^[9,10]. 在物流配送这一与地理位置信息密切相关的领域, GIS 可以实时地为物流配送提供详尽的空间信息和可视化的操作环境. 但现有的 GIS 大多是基于空间数据库技术,空间分析能力强,但推理能力相对较弱,在一定程度上约束了它的进一步发展.

为了实现物流配送的智能化实时调度的高效推理和科学处理,将物流配送知识库中的知识在 GIS 中进行映射,使物流配送知识与 GIS 紧密结合,以电子地图等可视化的方式展示物流配送问题的各个侧面,进行良好的空间分析和物流调度的实时智能化科学推理决策.

本文从物流配送监控和调度的智能化、科学化角度出发,将 GIS 与擅长启发式推理和擅长分析决策的知识工程理论相融合,对物流配送实现综合分析处理. 研究物流配送问题在计算机内的知识表示方法;探讨物流配送、知识表示以及地理信息系统的相互融合;以数字化的手段和可视化的途径实现对电子商务环境下物流配送的智能化实时调控和推理决策.

2 物流配送问题的知识表示

电子商务环境下的物流配送始于订单,客户通过购物网站了解商品的详细信息,然后作出是否订购的决定. 而电子商务网站在开始接收订单时,为了经济、快捷而高效地将客户订购的商品准时、准确地送到收货地,运用数据库和知识库中的数据、知识和规则,自动、快速地确定有供货能力的供货点和有能力实施配送的物流配送中心.

结合电子商务订单涉及的信息和处理流程,物流配送问题的实质是:生产厂家、商家以及客户等在内外条件限制下,企业根据自己的人、财、物力资源寻找利润的最大化,而客户则根据自己的实际需求寻求最优的服务. 在电子商务订单处理过程中,参与的要素有供货点、配送中心以及收货点,因而物流配送问题的信息可划分为供货点信息、收货点信息和第 3 方物流中心信息等. 它们构成多个信息侧面,每一信息侧面又可划分为若干个信息单元, ... 如此细分下去,就可以将物流配送问题的信息归结为一种层次化的树状结构,如图 1 所示.

在物流配送问题的知识表示树中,所有信息侧面构成了完整的物流配送问题,信息单元之间呈现出层次化、结构化的特征. 树状结构中的叶节点(子句)描述的是实际的物流配送问题的数据信息,叶节点以外的树干描述的是实际的物流配送问题的结构信息,它为实际的物流配送问题的识别创造了条件. 此外,树状结构中的边表示父节点与子节点之间的隶属关系,这种隶属关系为信息快速搜索与推理创造了条件. 这种物流配送问题的树状结构在计算机中的表示方法,按照客户信息、供货点信息和第 3 方物流中心选择信息,给出了订单智能化处理的基本数据. 一方面通过商品名称信息获得商品规格、商品包装、商品计量单位以及客户需要的物流配送能力;另一方面,明确了供货点和第 3 方物流中心的选择推理过程以及相应知识和数据. 它使得物流配送

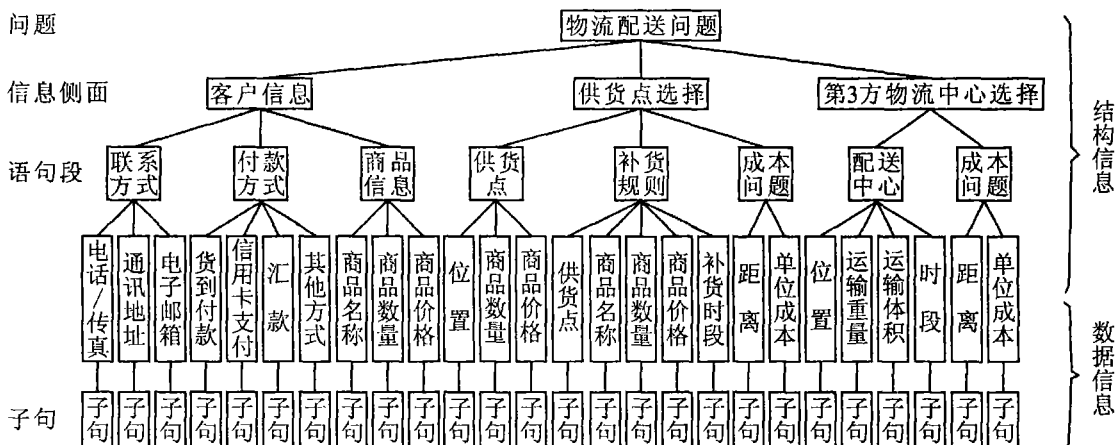


图 1 物流配送问题的知识表示树

问题易于辨识,信息易于扩充和修改,并便于实现快速的信息搜索和基于知识的推理,为物流配送问题的智能化处理创造了条件.

根据图 1 所示的物流配送问题的知识表示树,可以采用 Turbo prolog 语言将知识表示所代表的物流配送问题的原始信息表述成计算机程序语言编写的可执行程序,形成按一定组织结构组合的子句 (clauses) 集,此子句集所构成的可执行程序组成了物流配送问题的知识化信息模型. 这种将物流配送问题的信息归结为层次化的树状逻辑结构,并按此结构将实际问题表示为计算机可执行程序的方法,称为物流配送问题的树状表示法. 下面用一个较简单的实例来阐述用树状表示法予以描述的过程及其内容.

某城区现有一个食品销售网站. 电子商务订单中订购的货物由 4 个供货点 (民力、兴隆、宏兴和金鑫供货点) 供应,物流配送服务由 2 个物流配送中心 (实创配送中心和新源配送中心) 完成. 根据上述物流配送的知识化表示树信息模型,该物流配送问题的结构信息和相关事实/数据信息表示和实现如下:

表 1 商品订购信息

商品名称	统一冰红茶 2
商品数量	10
商品价格	2.5
收货地	沙河口区南沙街 3 号
配送时段	2005-05-20 ~ 2005-05-22
支付方式	货到付款

表 2 客户信息

客户姓名	电话/ 传真	通信地址	E-mail
王芳	1308996 ***0	沙河口区南沙街 3 号	wf @163.com

根据图 1 所示的知识表示树,本文采用通用的框架结构,并以 Turbo prolog 语言编写形成该物流配送问题信息模型的语句程序 (Clauses 部分) 如下:

```

/* 物流配送知识化信息模型的结构信息 */
物流配送信息
客户信息 联系方式 联系子框架
           付款方式 付款子框架
           商品信息 商品子框架
供货点选择 供货点信息 供货子框架
           补货规则 补货子框架
...
第 3 方物流中心选择 配送中心 配送中心子
框架
...
/* 信息模型的结构信息结束 */

```

```

/* 物流配送知识化信息模型的数据信息语句 */
王芳 link
ISA link
Phone "1308996 ***0"
Address Direct "沙河口区"
          Street "南沙街"
          Number "3 号"
010301
ISA supplier
Address Direct "沙河口区"
          Street "太原街"
          Number "7 号"
Quantity "统一冰红茶 2" 45
...

```

/* 物流配送知识化信息模型的数据信息语句结束 */

上述表示中,前半部分描述了物流配送方案知识化信息模型的结构,为商品物流配送方案的推理过程及其在 GIS 上显示提供依据. 收货点信息给出了客户的基本信息和要求,而供货点选择、物流配送中心选择则给出了具体实现所需要的数据和规则. 后半部分是物流配送问题的基础数据,除收货点信息通过电子商务网站获得外,其他数据信息都存储在知识库中.

3 基于 GIS 的物流配送问题的知识表示系统模型及映射

3.1 基于 GIS 的物流配送问题的知识表示系统模型

GIS 作为一个能够获取、存贮、管理、查询、模拟和分析地理信息的计算机系统,其基本功能是将表格型数据 (无论来自数据库、电子表格文件或直接在程序中输入) 转换为地理图形显示,然后对显示结果进行浏览、操纵和分析.

物流配送作为物体在时空上的位移,对地理空间具有较强的依赖性,将 GIS 运用于物流管理系统,不但可以方便地获取相关的实时位置信息和其他信息,解决物流配送中的车辆路径规划、设施选址、车辆监控等问题,而且利用 GIS 可以可视化地实现物流配送实时动态管理和辅助决策分析等.

GIS 空间分析能力较强,通过 GIS 实时获取的详尽的地理位置信息,可为物流配送决策提供完整的位置信息支持,提高系统的实时性. 然而, GIS 的推理能力相对比较薄弱,需要结合知识表示系统及其推理机制来实现物流配送的实时智能化科学决策. 因此,应使 GIS 与物流配送知识相结合,在基于

GIS 的物流配送系统中引入知识表示系统,以知识表示系统的推理能力和推理效率,进一步提高系统的实时性和智能性.为了保持地理信息与知识库中知识的一致性,需将物流配送知识库中的知识在 GIS 中进行映射,完成物流配送的可视化智能科学决策.

基于 GIS 的物流配送问题的知识表示模型就是将订单处理中的知识库信息引入 GIS 软件中,在 GIS 中实现知识推理,辅助决策数据的图形显示(查询、显示以及图形输出存取)和其他信息分析,其具体模型如图 2 所示.

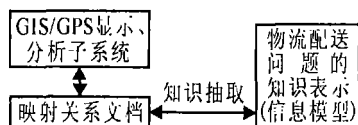


图2 基于GIS的物流配送问题的知识表示系统模型

3.2 物流配送知识在GIS中的映射方案

从物流配送知识库中抽取相应的知识,在GIS中进行相应的映射,这就需要知识库中的分析结果与GIS中对应的地理位置保持一致的映射关系.保持这种映射关系有多种方法,视不同领域的专业应用而不同.本文从物流配送知识和知识推理的结果在GIS中显示的角度出发,提出一种将知识库中的物流配送知识在GIS中的映射方案,如图3所示.

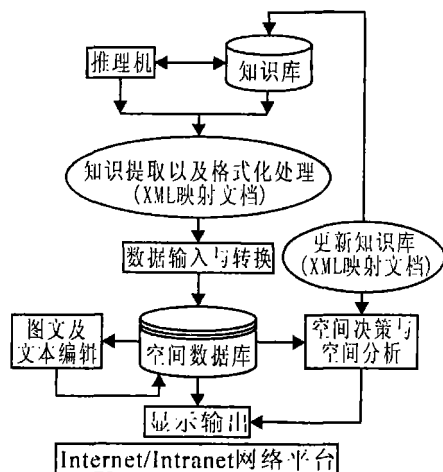


图3 物流配送知识在GIS中的映射方案

物流配送知识在GIS中的映射工作主要包括以下3个方面:1)将物流配送系统知识库中的物流配送知识提取出来,并转化为空间数据,在GIS中实现辅助决策数据的图形显示.2)物流配送的空间数据转化为相应的知识,更新知识库.这样,可以对空间数据的查询、分析、统计和处理结果进行推理,为辅助决策等提供更多知识支持.3)在此基础上,根据从知识库中获取的知识和通过映射文档从GIS中获取的实时地理信息,在推理机中进行推理,并通

过映射文档在GIS中实现推理结果的可视化显示.

3.3 一致性映射关系的保持

GIS的空间数据库与物流配送知识库相互映射时,保持知识库与空间数据库的一致性是关键.物流配送领域中的知识大多与设施位置(车辆调度中心、供货点等)相关,因此本文基于设施的地理位置,通过映射文档与相关的物流配送知识保持一致的关系.该映射文档是对物流配送知识库中的地理位置知识抽取而形成的.XML具有较强的跨平台性和可扩展性,可存储多种知识表示以及易于与其他方式存储的知识相互转化等优点,所以文中的映射关系文档采用XML文件格式进行存储.保持这种一致性映射关系文档的主要流程如图4所示.

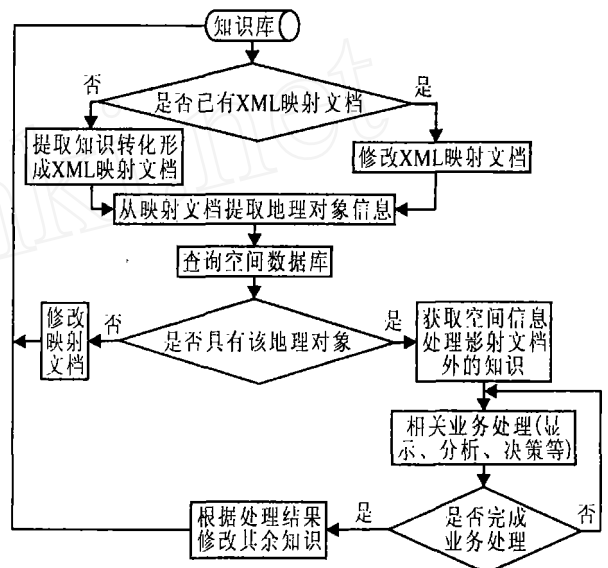


图4 保持一致性映射关系的流程示意图

从图4可以看出,保持知识库与空间数据库一致性映射关系的具体步骤如下:

Step1: 将映射文档统一为XML文档格式.以不同形式存储的知识经提取和转化等处理后,形成XML映射文档.因知识表示及其存储结构各不相同,本文主要实现了前文所述的以Prolog知识库存储的物流配送问题的树状知识和文本知识库存储的框架知识表示到空间数据库之间的映射.从技术角度看,用XML实现其他形式的知识库到空间数据库之间的映射并不困难,可根据需求进行映射文档的扩充.

Step2: 从XML映射文档中提取与空间分析及空间处理相关的知识,尤其是映射的关键要素——设施地理位置等知识.

Step3: 从XML映射文档中提取设施地理位置信息,与GIS中的电子地图空间数据相对应.如果没有对应的空间数据,则改写文档中是否为地理对象的标志.

Step4: 提取与设施地理信息相关的物流配送知识,根据上面得到的对应关系,将相关物流配送知识作为对应设施的属性数据,写入 Oracle Spatial 空间数据库中,以便进行对空间数据的智能分析和处理等操作.

Step5: 将分析处理结果通过由 XML 映射文档所保持的与知识库的一致关系来更新知识库.

将前面描述的物流配送问题的树状表示的知识转换为 XML 映射文档. 该文档中的地理对象是客户收货地、供货点和车辆调度中心,这些设施均是电子地图中的点对象. 下面是上述问题的部分映射文档:

```
? Xml version = " 1.0 " ?
...
! 一文档中与电子地图映射部分的结构--
OBJECT GEO INFORMATION
  CLINET
    CLIENT ID 01020057 / CLIENT ID
    ! 一对象所属的地理对象的类型:点、线或者面--
    GEO TYPE Symbol / GEO TYPE
    ! 一地图上是否具有该地理对象,有为 TRUE,默认为 TRUE--
    GEO HAS TRUE / GEO HAS
    ! 一位置信息为一致性映射的关键,以坐标或以地理区路号等信息均可与电子地图保持一致--
    GEO LOCATION
    ! 一如果地理对象类型是面,则坐标为其中心坐标,如下--
    COORDINATE
      LOCATIONX ***:***** /
LOCATIONX
  /COORDINATE
  TEXT
    DIRECT 沙河口区 /DIRECT
STREET 南沙街 /STREET NUMBER 003
/NUMBER
  /TEXT
/ GEO LOCATION ...
/ CLIENT
/ OBJECT GEO INFORMATION
! 一文档中与地理信息无关的部分--
OBJECT OTHER INFORMATION
...
/ OBJECT OTHER INFORMATION
```

上述文档主要由 2 部分组成:从 Adress 语句段中提取出的与地理信息相关的映射知识部分和与地理信息无关的属性知识部分. 其中属性知识部分可作为地理对象的属性数据,参与空间分析与空间决策. 文档中的斜体部分是对文档的注释,是本文对文档的相关说明. 需要注意的是, GEO HAS *xxx* / GEO HAS 中为电子地图中是否具有该对象的标志. 如果值为 TRUE,则表示电子地图上具有该地理对象,初始状态首先默认为 TRUE;如果经过查询后,电子地图不具备该地理对象,则将其修改为 FALSE,并据此对知识库进行更新,如从知识库中删除该供货点.

4 实 例

按照前述基于 GIS 的物流配送问题的知识表示结构,知识库和空间数据库的映射思想,本文在 Windows 2000 环境下,采用 MapInfo 7.0 为开发平台,使用 MapX 5.0 组件和 VC 语言,以某城区建设为背景,开展了基于 GIS 的物流配送问题的知识表示的初步仿真研究,实现了树状知识表示和框架知识表示方法表示的物流配送知识在 GIS 中的映射. 其中物流配送知识表示和映射文档的实例已在前文中加以描述,在此不再赘述. 经过初步开发,系统实现了电子订单的信息采集、配送要素的信息分析与存贮、信息查询、未安排配送计划的预警以及车辆实时监控跟踪等功能. 系统界面主要有 3 部分:上面的菜单和工具条主要完成对文件、地图图层以及空间查询等操作;右侧界面则包含了车辆信息列表、车辆操作措施、配送任务预警以及空间查询(包括供货点查询和货物跟踪查询等);所有操作结果都会在主窗口可视化显示. 系统运行的部分界面如图 5 所示,图中较粗的 3 条线是配送车辆的行驶路线.



图 5 车辆实时监控模拟示意图

通过物流配送知识在 GIS 中的映射,图中供货点和第 3 方物流中心的选择所需的空间数据由 GIS 获得,更新知识库后,在 Prolog 中推理实现. 其推理结果又通过这种映射关系在 GIS 中加以空间分析

与决策,提高了物流配送的智能化处理.

5 结 论

本文根据电子商务物流配送问题的复杂性特点,引入人工智能与知识工程的知识表示理论,提出一种基于知识的描述物流配送问题的树状表示法.这一表示法具有良好的问题可辨识性和问题描述结构的可扩性,具有较高的信息搜索与处理效率和辨识与推理效率,为物流配送的智能化科学调度奠定了基础.

通过 XML 保持的物流配送知识库与 GIS 中空间数据库之间的映射关系文档,为知识工程与地理信息系统之间融合提供了借鉴和参考.在 GIS 中实现可视化的智能推理和决策分析,有利于深化基于 GIS 的物流配送实时决策与智能物流调度系统的研究.

有待进一步开展的研究工作是提高在 GIS 中对知识的抽取效率,使映射文档具有更好的通用性.

参考文献(References)

- [1] 张潜,高立群,胡祥培.集成化物流中的定位-运输路线安排问题(LRP)优化算法评述[J].东北大学学报,2004,24(1):31-34.
(Zhang Q, Cao L Q, Hu X P. Review on optimal algorithms of location-routing problem (LRP) in integrated logistics [J]. J of Northeastern University, 2004, 24(1): 31-34.)
- [2] Andreas K, Andreas D. Facility location models for distribution system design [J]. European J of Operational Research, 2005, 162(1): 4-29.
- [3] Zha X F. An object-oriented knowledge based Petri net approach to intelligent integration of design and assembly planning [J]. Artificial Intelligence in Engineering, 2000, 14(1): 83-112.
- [4] Li X, Lara-Rosano F. Adaptive fuzzy Petri nets for dynamic knowledge representation and inference [J]. Expert System with Applications, 2000, 19(3): 235-241.
- [5] 常伟,刘文剑,许之伟,等.基于人工神经网络的工艺知识表示方法的研究[J].哈尔滨工业大学学报,2000,32(3):132-136.
(Chang W, Liu W J, Xu Z W, et al. Expression of process knowledge based on neural network [J]. J of Harbin Institute of Technology, 2000, 32(1): 132-136.)
- [6] 鲍军鹏,刘晓东,沈钧毅.基于XML的知识融合与知识库组织[J].计算机工程,2003,29(3):56-57.
(Bao J P, Liu X D, Shen J Y. XML-based knowledge fusion and knowledge base construction [J]. Computer Engineerings, 2003, 29(3): 56-57.)
- [7] Vojtech Sv áek, Marek Ruzicka. Step-by-step mark-up of medical guideline documents [J]. Int J of Medical Informatics, 2003, 70(2/3): 329-335.
- [8] 胡祥培,修立军,杨德礼.生产作业计划问题的知识表示研究[J].管理科学学报,1999,2(2):41-48.
(Hu X P, Xiu L J, Yang D L. A problem oriented knowledge representation for production scheduling [J]. J of Management Science, 1999, 2(2): 41-48.)
- [9] John Abbott. The use of GIS in informal settlement upgrading: Its role and impact on the community and on local government [J]. Habitat International, 2003, 27(4): 575-593.
- [10] Chris Upchurch, Michael Kuby, Michael Zoldek, et al. Using GIS to generate mutually exclusive service areas linking travel on and off a network [J]. J of Transport Geography, 2004, 12(1): 23-33.

(上接第84页)

- [3] Fu Jyunhong, Eyad H A. Families of Lyapunov functions for nonlinear systems in critical cases [J]. IEEE Trans on Automatic Control, 1993, 38(1): 1-16.
- [4] 廖晓昕.稳定性的理论、方法和应用[M].武汉:华中科技大学出版社,1999.
(Liao X X. Theory method and application of stability [M]. Wuhan: Press of Huazhong University of Science and Technology, 1999.)
- [5] Wang Zhongsheng, Zeng Zhigang, Liao Xiaoxin. Stability criteria for a class of uncertain systems with time delay [J]. J of Systems Science and Systems Engineering, 2003, 12(2): 204-209.
- [6] Wu Jianrong, Yang Chengwu. New Lyapunov criteria for asymptotic stability in singular system [J]. Mathematica Applicata, 2003, 16(2): 92-96.
- [7] Khalil Hassan K. Nonlinear system [M]. New York: Macmillan Publishing Company, 1992.
- [8] Krasovskii N N. Stability by Lyapunov's direct method with applications [M]. New York: Academic, 1964.
- [9] 郑大钟.线性系统理论[M].第2版.北京:清华大学出版社,2002.
(Zheng D Z. Linear system theory [M]. 2ed. Beijing: Tsinghua University Press, 2002.)
- [10] Schultz D F. The variable gradient method for generating Lyapunov functions [J]. Proc AIEE, 1962, 81(2): 203-310.