



交通工程学术书系

Theories and Applications of
Transport Information Granular Computing

交通信息提取计算 理论与应用

张可 刘浩 王笑京 李静 袁媛 段景山 著



人民交通出版社
China Communications Press

交通工程学术书系

国家高技术研究发展计划(863 计划)、荷兰国家科技课题 ATMO 等项目资助

交通信息提取计算理论与应用

张 可 刘 浩 王笑京 著
李 静 袁 媛 段景山

人民交通出版社

内 容 提 要

本书共分五章,主要包括:提取计算理论框架,交通信息提取计算理论,交通信息提取计算应用技术,基于交通信息提取计算的典型路网交通组织管理优化方案,以及路网动态交通数据分析系统设计。

本书可作为交通运输工程领域的教学、科研、管理人员的参考书用,也可以作为交通工程、交通规划、交通运输和交通管理专业研究生的教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

交通信息提取计算理论与应用 / 张可等著. —北京:
人民交通出版社, 2013. 8

ISBN 978-7-114- 10813- 6

I. ①智… II. ①张… III. ①交通信息—计算理论
IV. ①U491. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 106842 号

交通工程学术书系

书 名: 交通信息提取计算理论与应用

著 作 者: 张 可 刘 浩 王笑京 李 静 袁 媛 段景山

责任编辑: 任雪莲 张一梅

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010) 59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 787×980 1/16

印 张: 11.75

彩 插: 2

字 数: 263 千

版 次: 2013 年 8 月 第 1 版

印 次: 2013 年 8 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114- 10813- 6

定 价: 50.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前言

Preface

交通系统是由人、车、路、环境四要素构成的一个多主体、无主管、自组织的复杂大系统,其扰动因素纷繁复杂、运行状况瞬息万变。只有采取适用的技术手段,探索并了解交通系统的运行规律,掌握其运行动态,才有可能通过人工干预,合理组织和优化现有的交通系统,实现人、车、路、环境的和谐统一,构建和谐的交通体系,实现交通的可持续发展。本书提出的交通信息提取计算技术,将为这一目标的实现提供有力的技术支撑。

另一方面,随着动态交通信息采集技术和通信技术的飞速发展,以及交通信息共享机制的建立和相关技术的进步,海量的动态交通数据的获取已成为现实。这对于交通工作者而言,既是机遇,又是挑战——数据是宝贵的资源,但缺乏有效管理和应用的数据也可能成为一种“灾难”。如何对海量的交通数据进行综合管理,并面向特定应用的特定需求,从中提取相关的数据,进而形成所需的信息,成为充分发挥交通数据资源应有作用的关键环节。而从交通管理与服务的本质需要来看,能够符合人的认知需求,产生知识化的信息,是衡量交通数据处理技术适用与否的关键因素。面对海量、时变、多源、异构的交通数据,现有的各种交通数据分析处理技术已难以满足其时效性、智能化、知识化和通用性的要求。

本书提出的交通信息提取计算技术,将采用全新的信息颗粒的技术理念,为交通数据分析和知识发现提供有力的工具,通过订制化、知识化的信息支持,为更加科学高效的交通运行监测管理和运输组织服务提供决策支持。交通信息提取计算(Transport Information Granular Computing)技术,是近年来在国际信息处理领域发展的提取计算(Granular Computing)理论的基础上,结合交通数据处理的实际需要,由本书作者团队率先提出的一种交通数据处理新技术。其突出特点是基于知识、从人的认知角度出发,为订制化的交通信息处理提供有效的技术支撑,并且是一个开放性的技术体系。

本书基于作者团队在此领域的研究成果,系统介绍了交通信息提取计算的基础理论、应用技术、应用环境和应用案例。其中,第1章主要介绍提取计算(Granular Computing)技术的相关背景和理论基础,分析信息提取计算技术在交通数据分析中的适用性,由张可和刘浩撰写。第2章为理论基础,构建了交通信息提取计算理论的技术框架,提出了基于模糊集、商空间、粗糙集、邻域系统、统计模型和状态空间的交通信息提取计算信息颗粒框架,由刘浩、张可、李静撰写,李宏海、张晓亮、牛树云、段景山协助完成。第3章为交通信息提取计算应用技术,介绍了交通信息提取计算技术的通用算法和框架思路,并分别针对行程时间预测、车牌数据处理、交通状态评估、短时流量预测等方面,给出了具体的模型算法和计算实例,由刘浩、张可、李静撰写,李宏海、张晓亮、牛树云、段景山协助完成。第4章重点面向交通组织管理决策支持,介绍了基于交通信息计算理论的应用技术,围绕特定应用,提出相应的模型和算法,并给出了应用案例,由李静、张可撰写,罗霞、刘澜、袁媛、戟晓峰、姚琛协助完成。第5章介绍了面向交通信息提取计算的数据管理仓库设计和数据处理及信息重构构件设计,全面介绍了作者团队自主开发的基于交通信息提取计算的路网动态交通数据分析系统的软件设计和应用,由袁媛、张可撰写,段景山协助完成。全书的统稿工作由段景山和刘浩完成。

本书在整理的过程中参阅了大量国内外著作、学位论文和有关文章,有的文献可能由于疏忽遗漏未能在参考文献中列出,在此谨向本书直接或间接引用的研究成果的作者一并表示深切的谢意。此外,本书的出版得到了国家高技术研究发展计划(863计划)“基于信息提取计算的路网动态交通分析技术”,荷兰国家科技课题 ATMO 等项目的资助。

限于作者的理论水平和实践经验,书中难免存在不妥和错误之处,恳请广大读者提出宝贵意见。

作者
2013年5月

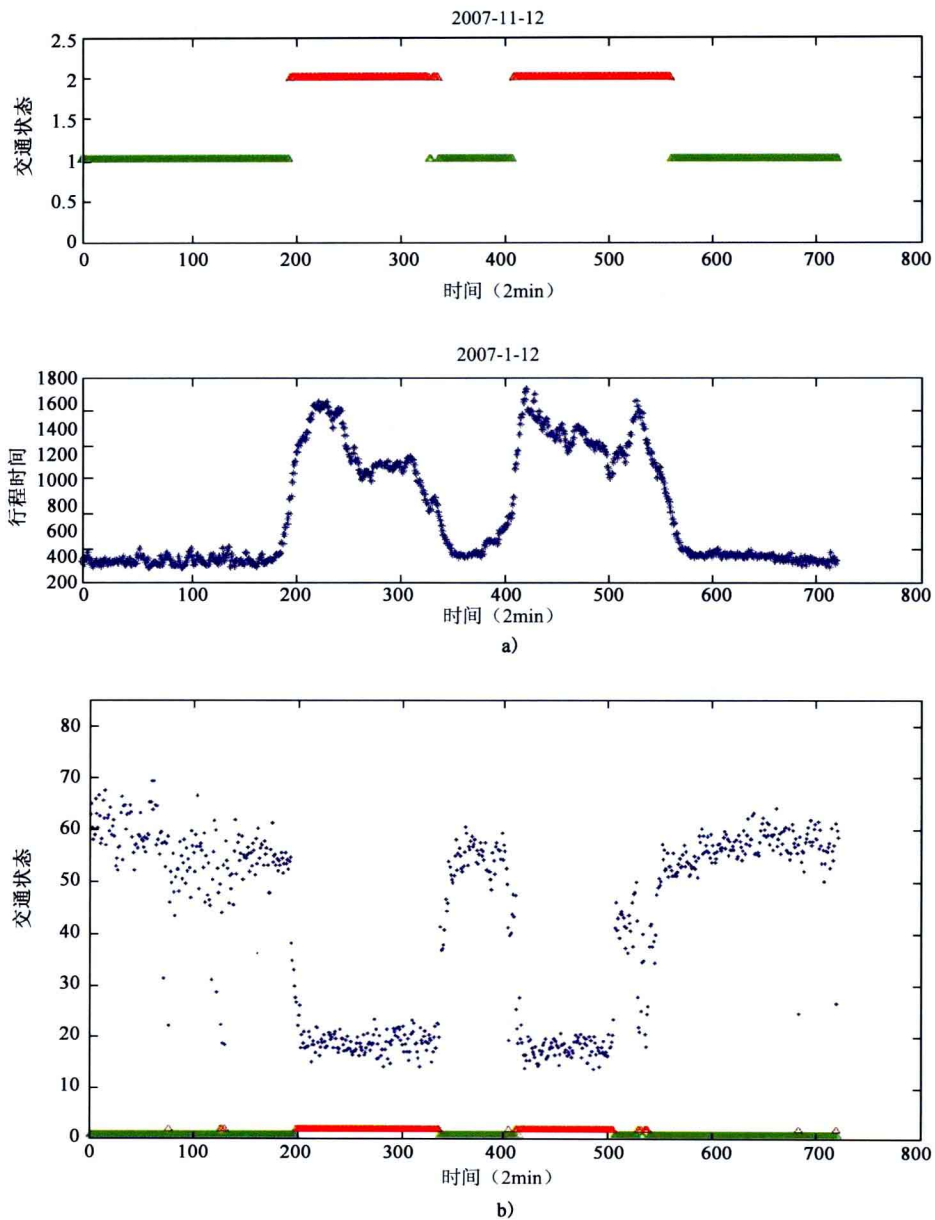


图3-31 基于模糊聚类—粗糙集的城市快速路交通状态评估模型交通状态 2 类图
a)长路段交通状态与行程时间对照图；b)子路段交通状态与平均速度对照图
(图中红色表示拥挤状态，绿色表示畅通状态)

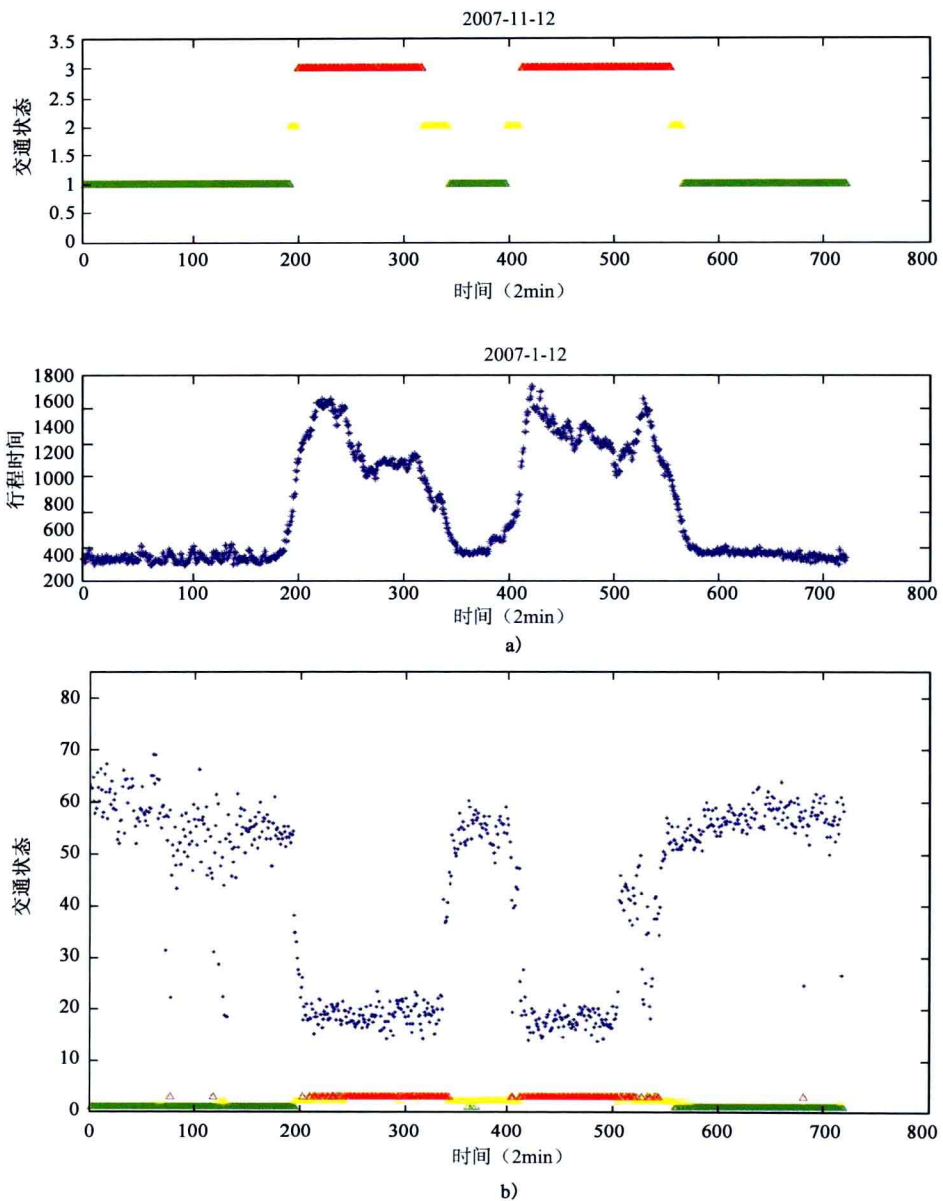


图3-32 基于模糊聚类—粗糙集的城市快速路交通状态评估模型交通状态3类图
a)长路段交通状态与行程时间对照图；b)子路段交通状态与平均速度对照图
（图中红色表示拥挤状态，黄色表示缓行状态，绿色表示畅通状态）

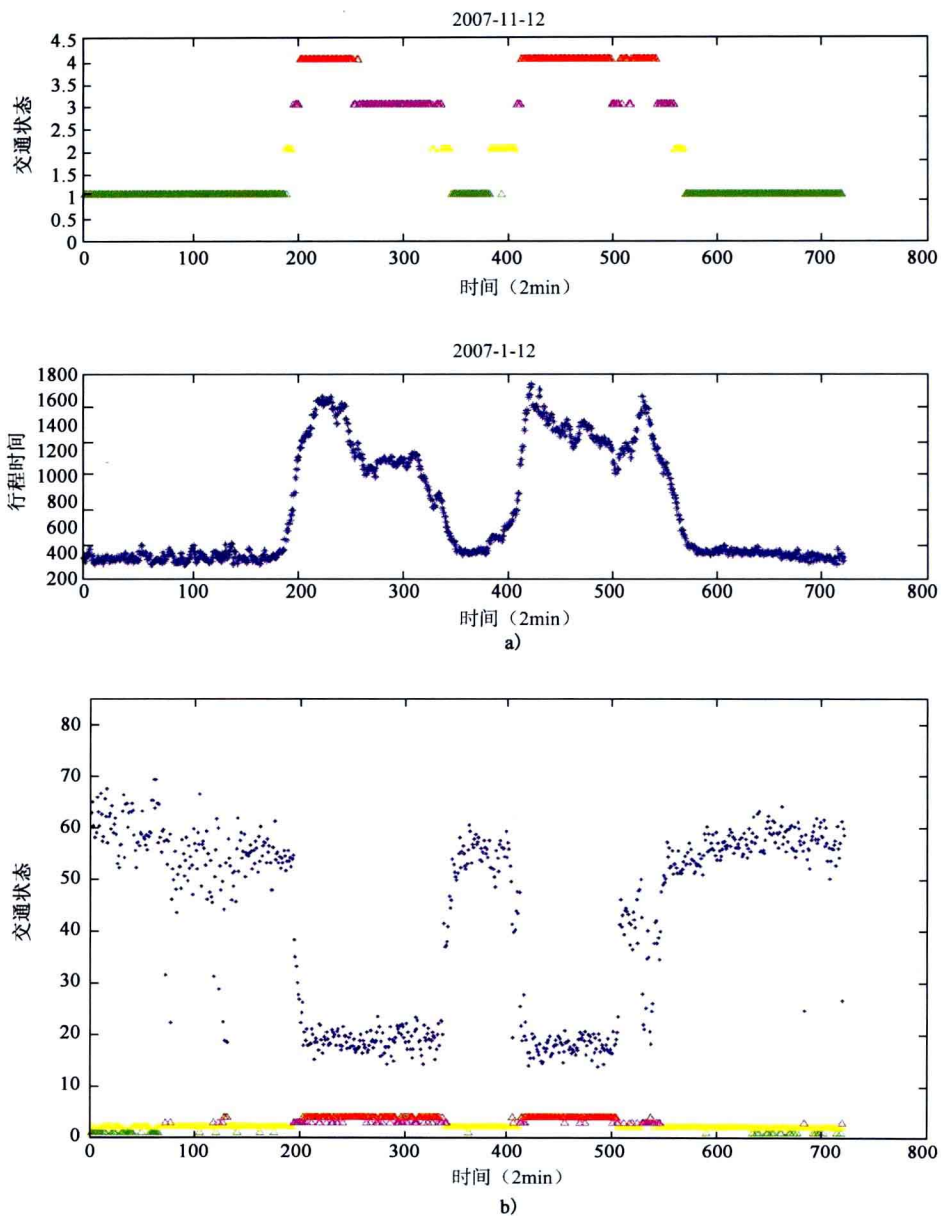


图3-33 基于模糊聚类—粗糙集的城市快速路交通状态评估模型交通状态4类图
a)长路段交通状态与行程时间对照图；b)子路段交通状态与平均速度对照图
(图中红色表示严重拥挤状态，粉色表示拥挤，黄色表示轻度拥挤状态，绿色表示畅通状态)

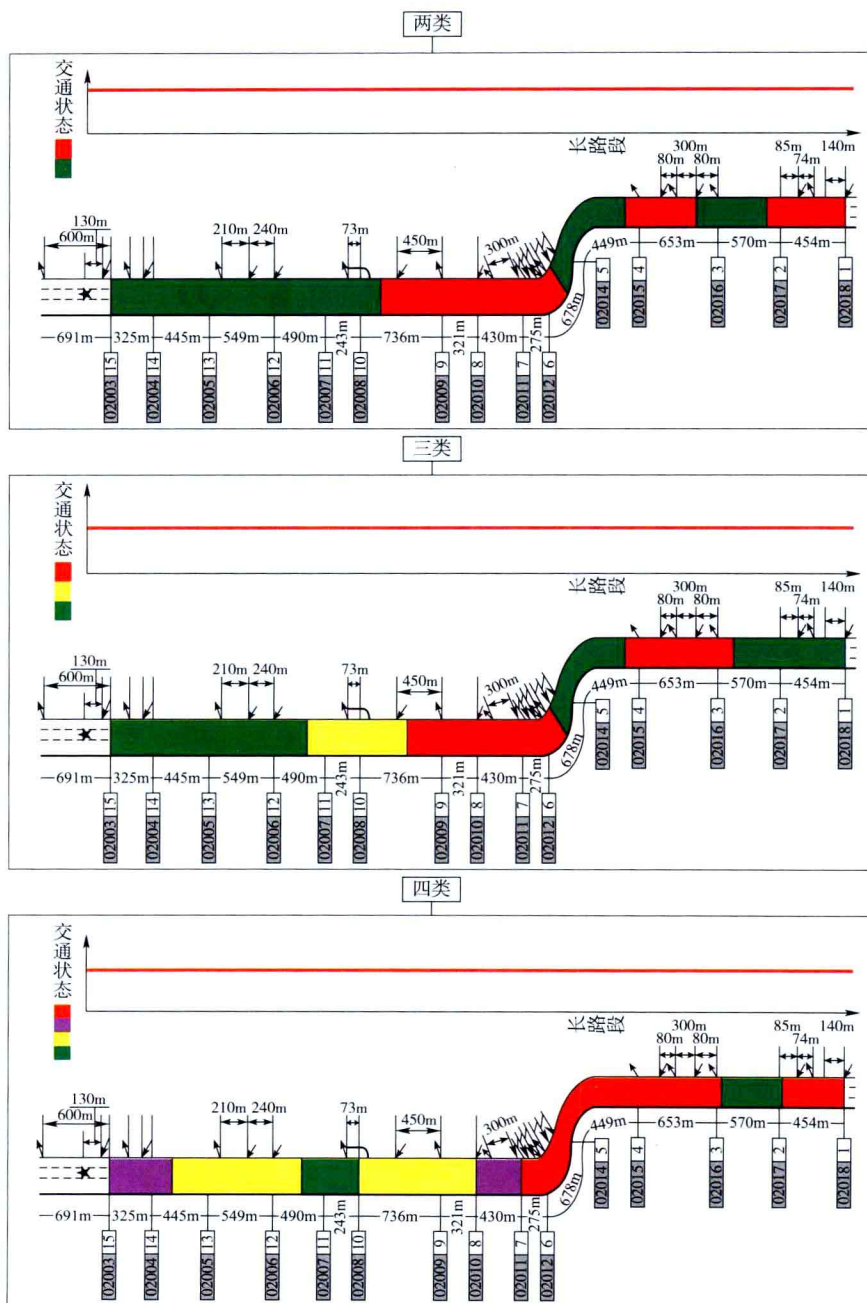


图3-41 基于模糊聚类-粗糙集交通状态评估试验结果决策规则示例示意图

目 录

Contents

第 1 章 提取计算理论框架	1
1.1 信息提取技术概述	1
1.2 提取计算技术发展情况	3
1.3 我国现有公路网交通信息特征分析	4
1.4 信息提取计算技术在交通数据分析中的适用性	6
1.5 信息提取计算技术在交通数据分析方面的研究成果	7
第 2 章 交通信息提取计算理论	9
2.1 交通信息提取计算理论技术框架研究	9
2.2 基于模糊集的交通信息提取计算信息颗粒框架	13
2.3 基于商空间的交通信息提取计算信息颗粒框架	23
2.4 基于粗糙集的交通信息提取计算信息颗粒框架	26
2.5 基于邻域系统的交通信息提取计算信息颗粒框架	32
2.6 基于统计模型的交通信息提取计算信息颗粒框架	33
2.7 基于状态空间的交通信息提取计算信息颗粒框架	36
第 3 章 交通信息提取计算应用	38
3.1 交通信息提取计算通用算法	38
3.2 行程时间预测	39
3.3 交通状态评估	68
3.4 车牌数据处理	97
3.5 短时交通流量预测	104
第 4 章 基于交通信息提取计算的典型路网交通组织管理优化方案	110
4.1 基于交通信息提取计算的交通管理决策支持框架	110
4.2 路段交通状态判别信息颗粒构造	111
4.3 棋盘式路网交通状态判别	114
4.4 城市快速路路网交通状态判别	118
4.5 城市快速路与主干道并行通道的交通状态判别	123

4.6	以交通吸引源为中心并具有潮汐交通特性路网的交通状态判别 信息颗粒构造	126
4.7	公路桥梁荷载动态分析应用	130
第5章	路网动态交通数据分析系统设计	136
5.1	系统概述	136
5.2	需求分析	137
5.3	系统架构设计	138
5.4	数据管理仓库	140
5.5	数据处理及信息重构构件设计	147
5.6	基于交通信息提取的路网动态交通状态分析构件设计	159
5.7	软件系统开发	160
5.8	性能设计	179
参考文献		180

第 1 章 提取计算理论框架

1.1 信息提取技术概述

提取计算(Granular Computing, 简称 GrC), 目前还没有一个公认的关于提取计算的精确定义, 也没有一个统一的提取计算模型, 但它被公认为是信息处理的一种新的概念和计算范式, 覆盖了所有与粒度相关的理论、方法、技术和工具, 主要用于不确定、不完整的模糊海量信息的智能处理。粗略地讲, 一方面它是模糊信息粒度理论、粗糙集理论、商空间理论、区间计算等的超集, 另一方面它又是粒度属性的子集。具体地说, 凡是在分析问题和求解问题过程中, 应用了分组、分类和聚类手段的一切理论与方法, 均属于提取计算的范畴。

通俗地讲, 提取计算的理论和模型都是为了让计算机从多层次、多角度去分析和解决问题, 实现多层次、多角度间灵活自如的切换。这里的层次和角度就是粒度的概念, 即从不同粒度去分析和解决问题。虽然前人在很多研究工作中也试着从不同粒度角度去分析解决实际问题, 但这些理论或方法缺乏系统性和抽象性, 而提取计算的提出则为解决多层次复杂问题提供了普适性的理论指导, 它整合了各种应用粒度思想的单一理论或方法, 从而提出了一套完整的、系统化的理论。

提取计算理论基于信息颗粒(信息粒子, Information Granules)而建立。信息颗粒是实体的集合(通常在数字层面), 是因这些实体的相似性、功能邻接性、不可分性、一致性而组合在一起形成的; 信息颗粒作为对现实世界的抽象, 其目标在于建立高效的、以用户为中心的对于外部世界的视图, 以支持和增强人们对于周围物质和虚拟世界的感知。构造信息颗粒的过程称为信息提取(Information Granulation)。

提取计算要解决的关键问题是运用某种聚合(包含一定数量的单个实体)的形式表示信息, 并进行处理。

信息提取应用的典型领域包括:

- (1) 空间提取, 如图像处理和 GIS。
- (2) 时间提取。



(3)其他,如:

- ①在计算机系统中存取信息;
- ②人在描述任何问题时,趋向于使用范围和规则而回避具体数字;
- ③各种机制的数据压缩;
- ④计算机对现实世界的数字化处理。

驱动信息提取的关键因素包括:需要将问题分解为一系列更易于管理的细化的子任务;需要将问题进行综合,更深入地了解问题的本质,而不是拘泥于不必要的细节;信息提取及随之的处理均是以人为中心的,用户、设计者、开发者是所有努力的中心。

在方法论方面,提取计算理论试图识别现有的、也许有些零散的方法的共性特征,并将其统一在同一概念和算法体系中,包括:集理论和区间分析、模糊集、粗糙集、阴影集、概率集和基于概率的颗粒构造、高级的颗粒构造等。

研究提取计算的动机和意义主要有:

(1)提取计算方法可更加准确地表达真实世界中的复杂问题。真实世界中的系统和问题往往都是分层次、分级别的。Yager 和 Filev 从哲学角度指出“人们观察、度量、定义和推理的实体都是粒度”,因此借助提取计算方法可以更真实地描述出系统和问题的组织状况,并且更接近人类认知问题的层次。

(2)提取计算理论和模型能够为复杂智能系统处理不确定、不精确、不完整的海量信息等问题提供有力的理论支撑。当前计算机所面临的困境就在于对不确定、不完整的知识的获取,以及在获得这种知识后,智能系统的设计和应用上,远远达不到人类处理的性能,无法像人类一样从多个粒(Granularity)上分析和观察同一问题,并且在多个粒度空间上解决同一问题。提取计算理论能够模拟人类解决问题的过程,并从中抽取出基本元素,从而设计出更为高效的智能系统。

(3)提取计算理论能够有效地简化复杂问题,抓住问题的关键。人类思维中的多粒度解决方法的一个重要好处就在于,通过多粒度分析找到一个恰当的粒度来完成问题的解决过程,而不需要再深入到更细节的层次去分析和解决问题,因而能够极大地简化复杂问题。类似地,提取计算理论方法的出发点就是将复杂问题粒度化、简单化,如果能够找到足够满意的近似解则停止,否则只需要在更精细的层次粒度上对问题进行分析 and 求解即可。这样,提取计算就突破了传统的问题求解方法的束缚,不再以数学上的精确解为目标,而是需要很好地理解和刻画一个问题,不是沉溺于那些用处不大的细节信息上。

(4)相对于其他相关的理论方法,提取计算是更经济、更低成本的解决方案。由于提取计算理论在解决问题时,从不同粒度分析同一问题,仅仅获得一个近似的问题解决方案即可,故可忽略部分无关的精细粒度下的信息,因而其解决问题所耗费的成本更低,也更为经济。



1.2 提取计算技术发展情况

20 世纪 60 年代,美国著名数学家 Zadeh 提出模糊集合论,在此基础上,于 1979 年首次提出并讨论了模糊信息颗粒化问题,推动了模糊逻辑理论及其应用的发展,但在当时未引起足够的重视。接着,Zadeh 在 1996 年提出“词计算理论”,这标志着模糊颗粒化理论的诞生。其旨在解决利用自然语言,进行模糊推理和判断,以实现模糊智能控制。信息提取计算(Granular Computing),在其早期文献中称为信息的颗粒化(Information Granularity 或 Information Granulation)。据有关的文献考证,1997 年,Zadeh 首次在其文献中提出“信息提取计算”这个词,在这篇文献中“信息提取计算”被定义为“词计算”的子集。随后,1998 年,Zadeh 在其文献中把“信息提取计算”作为一个专有名词明确地提了出来。因此,我们可以认为,这个概念起源于 1997 年是比较合理和可信的。随后,美国多特蒙德大学的 Helmut Thiele 教授于 1998 年发表了“词计算理论的语义模型”,促进了词计算理论的发展。计算理论对因特网上的海量信息资源的高效利用有着深远的影响。英国 Nottingham Trent 大学的 Andrzej Bargiela 教授和加拿大 Alberta 大学的 Witold Pedrycz 教授在总结其大量相关研究成果、并综合相关领域其他研究成果的基础上,编著了《提取计算技术导论》(Granular Computing: An Introduction),该书的正式出版标志着其理论体系已初步形成。基于 Zadeh 的模糊集论,进行提取计算理论和方法的研究,成为“提取计算”的重要研究方向之一。目前已提出了许多与提取计算相关的方法和模型。

从 Zadeh 完整提出“信息提取计算”概念以后,有关“信息提取计算”领域的研究成为了研究的热点。IEEE 年会中为“信息提取计算”设立了专题,而且每年有大量的关于“信息提取计算”文献被发表和出版。“信息提取计算”也作为一个学术用语广泛应用于各行各业,这些研究大大推动了“信息提取计算”技术在各行业的应用和推广。

在理论研究领域,信息提取技术领域的研究取得了很大的进展,在解决复杂问题方面表现出特有的优势。据著名检索机构 ISI 统计,自 1997 年到 2007 年,以“Granular Computing”发表的论文有 100 篇,而以“Information Granularity”、“Information Granulation”、“Granular Computation”等关键词发表的论文共计 68 篇。该统计机构也对各个国家和大学在该领域的研究进行了排名,加拿大以发表 62 篇论文位居榜首,而波兰以 55 篇位居第二,我国在这一领域发表了 28 篇高质量论文,位居第三位;全球各学校中 Alberta 大学发表了 42 篇论文位居第一。我国西安交通大学发表 6 篇论文,位居第十,这也是国内在该领域的最高排名。另外,对以“信息提取计算”为关键词发表文献的作者进行排名,其中 Pedrycz W 以发表 45 篇而位居榜首,信息提取计算技术主要集中在信息科学领域,在 Information Sciences 杂志上发表论文共 11 篇,在 IEEE Transaction on System, Man and Cyber-



netics 上发表论文共 10 篇。在这些文献中,许多作者对数据提取计算技术从不同的角度进行了定义和研究,构建了不同的数据模型和框架。虽然很多人认为给“信息提取计算”定义一个明确的定义是非常有必要的,但是通过限制其范围和通用性而给出一个定义却是没有必要的。因此,对“信息提取计算”给出了一个通用的解释:信息提取计算是一个涵盖多个学科、新的研究领域,是运用颗粒化的思路来处理和解决问题的一种理论、方法、技术和工具(Yao. J. T,2000)。可见,信息提取计算是通过不同水平的颗粒和细节来给出解决问题的一种通用的技术和方法(Zhang. L,2004)。

从 1997 年至今,信息提取计算技术取得了巨大的进步,应用信息提取计算技术和人工智能的方法来解决各行各业的问题成为众多研究人员的共识,信息提取计算技术在图像处理、数据压缩、信号处理等领域已有广泛应用,但在交通领域的应用仅处于初步的探讨阶段,尚没有全面深入的实际应用。预计未来 5 ~ 10 年,国际上信息提取计算技术将会有较大规模的应用和发展,其将成为交通信息处理领域广泛应用的一项新兴技术。

1.3 我国现有公路网交通信息特征分析

在将信息提取计算技术运用于交通信息处理领域之前,我们首先应对我国目前的公路网交通信息进行了解和分析。目前我国公路管理部门通过运用智能化、信息化技术手段,建立了功能较完善的高速公路管理系统,包括全程视频监控系统、路政管理系统、养护管理系统、公众出行信息服务系统、紧急救援和应急指挥管理系统、交通诱导显示系统等,初步实现了道路监控、交通信息综合查询、有/无线指挥调度及交通诱导等基础功能。这些交通系统产生了大量的交通信息,其特征主要表现为如下。

(1) 多源性

多源性是指交通信息来源于不同的公路管理信息系统;数据源以不同的模式存储,包括关系模式、对象模式、对象关系模式和文档嵌套模式等。根据信息采集方式不同,分为环形线圈检测器、微波检测器、视频检测器、超声波检测器、公交 IC 卡采集设备、GPS 设备等。

(2) 异构性

一般而言,异构性表现为系统异构、数据模型异构和逻辑异构。

系统异构是指硬件平台、操作系统、并发控制、访问方式和通信能力等的不同,具体细分如下:计算机体系结构的不同,即数据可以分别存在于大型机、小型机、工作站、PC 或嵌入式系统中;操作系统的不同;开发语言的不同;网络平台的不同。

数据模型异构则是指 DMBS(对数据库进行管理的系统软件)本身的不同。比如数据交换系统可以采用同为关系数据库系统的 Oracle、SQL Server 等作为数据模型,也可以采用不同类



型的数据库系统——关系、层次、网络、面向对象或函数型数据库等。

逻辑异构则包括命名异构、值异构、语义异构和模式异构等。比如,值异构表现在交通信息既包括流量、速度、密度等定值信息,又包括交通语言、文字、图像、视频等多媒体信息;语义异构表现在交通信息既包括流量、车速、密度等定量信息,又包括交通拥挤程度、服务水平等定性信息;既有停车泊位数、路网密度等确定性信息,也有交通需求、突发事件、环境变化等不确定性信息。

(3) 复杂层次性

从行政管理角度出发,我国的路网可分为国家路网级、区域路网级、省市路网级、路段级。根据数据抽象的层次,可以将交通信息分成检测级、特征级、决策级。检测级是从各类信息源获取的基本交通数据。特征级是交通目标(行人、车辆等)和交通现象(交通流状态、事件、环境等)的各类模式及其统计数据,侧重于识别判断。决策级是各种交通状态的描述模式及其统计数据,侧重于交通影响分析和预测。

随着我国交通基础设施的完善,海量数据为高速公路网管理提供了强有力的后台支撑。但由于交通系统是由人、车、路、环境所构成的多主体、无主管、自组织的复杂大系统,其扰动因素纷繁复杂、运行状况千变万化,交通数据来源各不相同、数据内容与结构千差万别、动态数据瞬息万变,由此带来了交通数据海量、时变、多源、异构的显著特征,对于交通数据分析处理在时效性、多样性、复杂性、智能化、知识化和通用性等方面提出了极高的要求。因此,必须运用一种有效的方法合理协调多源数据,充分综合有用信息,以提高在多变环境中正确决策的能力,如出行时间的预测、交通状态数据的预测等。

目前,很多行业在科研实践中会收集到大量数据,这些类型多、数量大、关系复杂的多源空间数据中蕴含很多知识和信息,如何能通过有效的方法,简单地获取到这些数据中的信息和知识是数据挖掘领域的重要研究内容。通俗地讲,数据挖掘(Data Mining)就是发现嵌入在数据中的有用知识的方法和过程。但是传统的基于统计分析或数学建模的方法在数据挖掘方面存在不足和缺陷。另一些基于新型数学工具的方法,如神经网络、卡尔曼滤波等,多为针对某些特定问题具有较好的应用效果,通用性不足。而基于信息提取计算技术为数据挖掘提供了新的框架和方法体系,有大量利用信息提取计算来进行数据挖掘的研究(Hirota, 1999; Li YF, 2003; Lin TY, 1997; Zhong N, 2003 等)。下面将对这方面的主要现有方法和研究成果进行介绍。如规则表示(Rule Representation),这方面的具体应用是把模糊集应用于数据挖掘中(Polkowski, 1998),在这个方法中,规则特性能够利用规则定义的颗粒来解释和研究规则的特性,如 Skowron 和 Stepaniuk、Peters、Pawlak 和 Skowren、Polkowski 和 Skowron、Tsumoto 等在这方面进行了大量的研究,提出了一系列基于颗粒规则来对颗粒属性和颗粒之间关系进行解释的方法和模型。利用信息提取技术进行规则挖掘(Rule Mining)是该技术在数据融合领域的另一个主要应用,其目的是挖掘



更多的颗粒和有意义的规则,如 Zhang 等利用颗粒的属性值来进行规则挖掘,Hlrota 和 Pedrycz 提出一种金字塔结构的规则挖掘模型。这方面的研究还有 Whyte LL、Yao YY、Skowron、Tsumoto 等。

虽然基于信息提取计算的数据挖掘体现了知识化、智能化的要求,在信息科学的其他领域已经形成一定的研究框架和实用模型算法,但在交通领域的发展明显滞后,还没有形成适用于交通数据分析的通用性的方法体系和框架。预计未来 5~10 年,国际上信息提取计算技术将会在交通信息处理领域有较大规模的应用发展,并将不断地拓展和完善信息提取计算技术在交通中应用的领域。因而,迫切需要建立能够全面满足交通数据分析各项要求的交通数据分析处理技术,建立理论框架和技术体系,并有效地应用于实际交通数据的分析处理。

1.4 信息提取计算技术在交通数据分析中的适用性

从以上对信息提取计算技术的基本理念和方法特点分析来看,作为一项理念先进、概念体系完整、通用性较强的数据处理技术,在处理交通数据方面具有明显优势,该技术非常符合针对海量、时变、多源、异构的交通数据开展分析处理的时效性、多样性、复杂性、智能化、知识化和通用性要求。在这一崭新的领域开展探索很有前景,具有产生创新性成果的潜质。通过合理构造各种信息颗粒,利用该信息颗粒构造的信息提取模型,将无直观意义的海量交通数据转化为符合人认知要求的信息是交通信息处理在知识化和智能化方面的要求和方向。这方面的工作主要有: Bartłomiej PLACZEK 提出利用信息提取计算技术对安装在道路上的数字摄像机获取的图像进行处理的算法和方法,并讨论了数据颗粒化估计在实时交通控制中的必要性。Chen. D (2004) 提出了利用信息提取计算技术来进行交通信号灯控制的方法。在国内,张可等在比较全面地介绍信息提取计算技术的发展概况、有关概念、基本理念和技术要点的基础上,分析信息提取计算技术对于交通数据处理的适用性,将信息提取计算技术引入交通数据处理领域,从理论方法、支撑环境和应用技术三个方面,提出了交通信息提取计算技术的概念模型和技术框架,并在理论方法上进行了较大拓展,融入了传统数学方法、知识发现型方法和非量化方法,最终分析并提出了交通信息提取计算技术的总体发展思路和推进策略。

整体而言,直至目前,信息提取计算技术虽已建立概念体系,但从实际应用角度,尚缺乏具有较强说服力的典型应用范例,特别是在交通领域的应用,国际范围内尚没有开展深入的研究工作,因此非常有必要在交通信息提取计算领域开展探索研究工作。将信息提取计算技术应用于交通数据处理领域,采用全新的信息颗粒的技术理念,为交通数据分析和知识发现提供有力的工具,从而为探索交通系统运行规律、合理组织和优化现