

——城市 and 区域级大数据的应用与演进

贾晓丰 梁郑丽 任锦鸾 著



清华大学出版社

MULTISOURCE INFORMATION COORDINATION:
APPLICATION AND EVOLUTION OF BIG DATA IN CITY AND REGION



多源信息协同

——城市 and 区域级大数据的应用与演进

贾晓丰 梁郑丽 任锦鸾 著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书系统地介绍了复杂巨系统下的多源信息协同体系,主要内容分为三篇:上篇为全球趋势篇,介绍智慧城市大数据的战略诉求与协同应用;中篇为协同体系篇,介绍多源信息协同的标准体系、自适应模式与总体架构设计;下篇为内生结构篇,介绍多源信息协同网络的差异测度和关系测度,及其相应的模式优化策略。

本书内容聚焦城市化和信息化的交叉领域,涉及城市管理、信息科学、计算科学、系统科学、决策科学、模糊数学、统计学、社会网络分析等多个学科。本书给出了相关案例的核心程序和关键计算数据,所有代码、数据均经过严格测试。

本书可作为高等院校管理科学、系统工程、信息技术等相关专业研究生和高年级本科生参考用书,也可供相关科研人员、管理人员和工程技术人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

多源信息协同——城市和区域级大数据的应用与演进/贾晓丰,梁郑丽,任锦鸾著.
—北京:清华大学出版社,2016

ISBN 978-7-302-42649-3

I. ①多… II. ①贾… ②梁… ③任… III. ①信息系统—研究 IV. ①G202

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 320682 号

责任编辑:焦 虹

封面设计:傅瑞学

责任校对:梁 毅

责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者:三河市君旺印务有限公司

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:170mm×230mm 印 张:19.25 字 数:285 千字

版 次:2016 年 4 月第 1 版 印 次:2016 年 4 月第 1 次印刷

印 数:1~1500

定 价:49.00 元

产品编号:067300-01

本书受“国家自然科学基金”(71172040)资助

This monograph was sponsored by

National Natural Science Foundation of China (71172040)

前言

自人类结绳记事起,数据即如涓涓细流,润物无声地流淌过历史的每一个瞬间,产生抑或湮灭,无止无息。人类的历史是数据的历史,人类的未来亦是数据的未来。

近年来,随着新一代信息技术的应用和全球智慧城市的规模化发展,人类社会和虚拟世界的边界迅速向物理空间延伸,各行各业的数据呈现爆发式增长,“人-机-物”三元世界的融合正在加速形成。大数据的“魔盒”一经开启,传统行业的颠覆随之到来。如何应对信息革命带来的社会变革,并借助历史潮流的趋势,推动人类社会在变革中持续进步,是每一位数据科学家、经济学家、系统学家、社会学家、企业家及相关行业的管理者和从业者所共同面对的重大课题。

钱学森先生在1990年自然杂志第1期中发表了著名文章《一个科学新领域——开放的复杂巨系统及其方法论》。智慧城市作为一个“开放的复杂巨系统”,城市本身与周围的环境有物质、能量和信息的交换,同时城市系统下又包含数量庞大、种类繁多的子系统。随着城市管理从“经验治理”向以信息为核心的“科学治理”加速转变,跨部门、跨领域、跨层级、跨主体的多源信息协同是保障城市系统中其他资源要素优化配置的基础,也是城市更加智慧运行的前提。

在科学命题的哲学范畴里,大数据的智慧正如同拉普拉斯宿命论式的畅想:“有一种智能,在任一瞬间里都能识别所有移动的力,以及力与力相互之间的状况。最好是能得到足够巨量的数据来分析,用同一种程序既能分析宇宙中最大的天体的运动,也可以分析最轻的原子的运动。没什么是不能确定的,对于这种分析程序来说,未来就像过去一样看得清清楚楚。”

对城市和区域级的复杂巨系统而言,数据集随时处于量级的增长和维度的变化中,原始形态的大数据一般不容易被验证和确认,大数据分析的过程和方法也难以被完整地复制。因此,我们试图从信息协同的视角出发,探讨信息在城市系统中的流转模式,通过信息将人、地、事、物、组织关联起来,形成一个以数据为核心的统一有机体;在此基础上,分析一个复杂巨系统的运行机理和发展规律,并进一步解读城市和区域级大数据的应用和演变之道。

本书内容聚焦城市化和信息化的交叉领域,涉及城市管理、信息科学、计算科学、系统科学、决策科学、模糊数学、统计学、社会网络分析等多个学科。主要分为三篇:

上篇 全球趋势篇(第1、2章):从全球智慧城市规模化发展和新一代信息技术普及应用的视角出发,介绍智慧城市大数据的战略诉求与协同应用。

中篇 协同体系篇(第3~6章):以智慧城市为对象,介绍复杂巨系统下的多源信息协同的标准体系、自适应模式和总体架构设计。

下篇 内生结构篇(第7、8章):介绍多源信息协同网络结构的差异测度和关系测度方法,及其相应的模式优化策略。

本书原则上不对基础理论和技术工具的应用进行普及性介绍。为保证理论体系的完整性,对群体决策、模糊聚类、凝聚子群等关键概念和方法进行必要描述。感兴趣的读者请自行查阅相关专业书籍和研究文献。

本书对外部内容和观点的引用按原始出处列入参考文献,在此向所引内容和观点的作者表示感谢。如有因各种原因造成的引注错误或疏漏,请广大读者及时指出。为了方便理解和开展进一步研究,本书给出了相关案例的核心程序和关键计算数据,欢迎读者合理使用并规范引注。

本书受“国家自然科学基金”(71172040)、“中国传媒大学优秀中青年教师培养工程”项目支持。全书由贾晓丰主持编写和统稿。

本书付梓之际,特别感谢中国科学院的陈锐研究员、赵宇博士、王宁宁

博士及工信部情报所、清华大学、北京大学、北京航空航天大学、中国人民大学、首都经济贸易大学的相关专家和学者提出的宝贵意见。

限于作者的学识水平,书中错误及不妥之处在所难免,恳请广大读者和业界同仁不吝赐教。希望本书能够为智慧城市信息化顶层设计和区域级信息协同的理论与实践起到一定参考作用,为我国城市化和信息化事业的蓬勃发展尽微薄之力。



2016 年于中国科学院

上篇 全球趋势： 智慧城市大数据的战略诉求与协同应用

第 1 章 智慧城市与城市大数据 2

1.1 全球智慧城市规模化发展 2

- 1.1.1 关于智慧城市内涵的讨论 2
- 1.1.2 全球视野下的差异化发展与共性聚焦 3
- 1.1.3 国内智慧城市建设的政策背景与信息壁垒 4
- 1.1.4 智慧城市评价体系百家争鸣 6

1.2 城市大数据与新一代信息技术应用 6

- 1.2.1 全球加速迈入大数据时代 6
- 1.2.2 城市计算与城市大数据 10
- 1.2.3 新一代信息技术助力三元世界融合 12

1.3 大数据决策：大数据时代的大变革 13

- 1.3.1 大数据时代的战略诉求 14
- 1.3.2 大数据分析的关键技术 19
- 1.3.3 大数据的安全和隐私保护 24
- 1.3.4 大数据决策的应用案例 27

第2章 开放数据与政府信息资源利用 31

2.1 信息资源管理的基本框架和关键技术 31

2.1.1 传统信息资源管理的基本框架 31

2.1.2 物联信息管理的关键技术 34

2.2 开放数据：传统信息壁垒的破局点 42

2.2.1 全球开放数据运动 43

2.2.2 开放数据的社会化利用 46

2.2.3 开放数据的推进模式 48

2.3 政府信息资源开发利用 51

2.3.1 行业大数据的协同应用 51

2.3.2 城市大数据的协同应用 66

中篇 协同体系：

多源信息协同的标准、模式与架构

第3章 群体级和区域级的多源信息协同 74

3.1 面向群体决策的多源信息协同 74

3.1.1 群体决策的基本概念与方法 76

3.1.2 群体决策的协同方法 80

3.1.3 德尔菲法 83

3.1.4 投票表决 85

应用案例1 人才招聘的群体决策信息协同 88

3.2 面向城市管理的多源信息协同 92

3.2.1 信息协同的内涵与前沿趋势 92

3.2.2 面向城市管理的信息协同应用模式 97

3.2.3 多源信息融合的内涵与发展	99
3.3 智慧城市多源信息协同体系的理论框架	105
3.3.1 当前智慧城市建设存在的主要问题	105
3.3.2 智慧城市多源信息协同的理论模型	107
3.3.3 智慧城市多源信息协同体系的理论与实践意义	109
第4章 智慧城市多源信息协同的标准体系	110
4.1 智慧城市标准化现状	110
4.1.1 主要的信息化标准化组织	110
4.1.2 全球智慧城市标准化现状	116
4.1.3 国内智慧城市标准化现状	117
4.2 信息协同标准化的关键问题与总体框架	119
4.2.1 城市化、信息化与标准化协同发展	119
4.2.2 智慧城市信息协同标准的关键问题	121
4.2.3 智慧城市多源信息协同的标准体系总体框架	122
4.3 智慧城市多源信息协同的关键基础标准	124
4.3.1 基础信息属性、编码及其表示方式	124
4.3.2 物联信息的接入与交换接口	128
4.3.3 物联信息传输	132
应用案例2 城市实体的基础信息与编码管理	137
应用案例3 智慧城市危险品监管的实时信息接入	139
第5章 智慧城市多源信息协同的自适应模式	141
5.1 智慧城市系统下的信息特征与流向分析	141
应用案例4 城市基础运行领域的物联实体分类	144
5.2 城市系统下的多源信息协同模式	146
5.2.1 多源信息协同的应用模式	146

5.2.2	多源信息协同模式的流程分析	150
5.3	城市系统下的多源信息协同自适应过程	155
5.3.1	多源信息协同的阶段	155
5.3.2	多源信息协同的自适应进程	157
5.3.3	事件驱动的多源信息融合	159
第6章	智慧城市多源信息协同的总体架构	163
6.1	多源信息协同体系的技术架构	163
6.2	多源信息协同体系的功能架构	166
6.3	数据分布和接口架构	170
6.3.1	数据分布架构	170
6.3.2	接口设计	172

下篇 内生结构： 多源信息协同网络的测度与优化

第7章	基于模糊聚类的协同网络差异测度	174
7.1	硬聚类与模糊聚类	175
7.1.1	聚类分析的基本概念与方法	175
7.1.2	模糊聚类的基础理论	181
7.2	基于模糊聚类的多源信息协同差异测度模型	183
7.2.1	相关定义和定理	183
7.2.2	信息组织的特征分析	184
7.2.3	信息组织的模糊聚类模型	185
7.2.4	给定置信区间的信息协同系数及其修正形式	189

7.3 多源信息协同模式的横向优化策略	191
应用案例 5 智慧城市多源信息协同的评价与优化(上)	193
第 8 章 基于凝聚子群的协同网络关系测度	200
8.1 社会网络分析	200
8.1.1 社会网络分析的基础理论	200
8.1.2 社会网络分析的数据类型和研究方法	203
应用案例 6 基于改进重力模型的省际流动人口的复杂网络分析	206
8.2 基于凝聚子群的信息协同网络结构分析	227
8.2.1 关联关系矩阵构建	227
8.2.2 信息协同网络的凝聚子群分析	228
8.2.3 多源信息协同模式的纵向优化策略	230
应用案例 7 智慧城市多源信息协同的评价与优化(下)	230
附录 A 中国和美国政府的大数据战略比较	234
附录 B 《G8 开放数据宪章》及其技术附件要点	246
附录 C 信息协同服务接口的 XML Schema 描述	252
附录 D 基于 MATLAB 的模糊聚类核心计算程序	262

附录 E 某市城市基础运行领域的信息组织模糊聚类	
关键计算数据	269
主要外文名词缩写索引	275
参考文献	279

上篇 全球趋势：

智慧城市大数据的战略诉求与协同应用

信息化水平是当代社会生产力的重要标志,信息化的终极目标是利用信息技术将人类社会与信息空间、物理世界相互融合,形成“人-机-物”三元一体的世界。作为城市发展的高级阶段,智慧城市正在从“经验治理”向以信息为核心的“科学治理”加速转变,城市大数据的协同应用是转变过程中解决“智慧孤岛”、重构产业格局的核心助推器。

第 1 章 智慧城市与城市大数据

1.1 全球智慧城市规模化发展

随着信息网络的高速发展,资本和劳动力的全球流动性增加,大规模的城市化运动在全球展开。根据 2010 年 3 月 25 日联合国经社事务部人口司在纽约总部发布的《世界城市化展望 2009 年修正版》报告,到 2050 年人口总数将达到 97 亿人,生活在城市中的人口将达到 64 亿人,中国的城市人口预测超过 70%。全球城市化在推动经济社会发展的同时也带来了许多无可逃避的问题,如城市人口拥挤、工业污染、垃圾污染、交通拥堵、资源短缺等种种城市病已经成为影响城市未来发展的重要障碍,其根本原因在于传统城市在社会管理和服务上的滞后。为解决这些问题,实现社会经济的可持续发展,全球许多国家提出了智慧城市建设,城镇化和信息化成为当今时代的发展主题。智慧城市是人类文明的集中体现和综合应用,是当代城市发展的崭新模式,也是城市信息化发展的高级阶段,已在全球范围内成为一种趋势。

1.1.1 关于智慧城市内涵的讨论

目前,业界对于智慧城市内涵的探讨大致分为三类:

第一类侧重技术的重要性,认为智慧城市是信息化、工业化和城镇化高度融合的结果,智慧城市中信息技术呈现泛在化、效用化、智能化、绿色化和软性化的“五化”特征,强调通过新一代信息技术来实现城市感知、互联和智能的特性,使整个城市系统高效、智能、协调运作。

第二类侧重最终实现的愿景,认为智慧城市的概念有狭义和广义之分,技术只是智慧城市的一种实现手段,智慧城市的完整内涵应该涵盖全民参

与、城市居民生活质量的提高、个性化需求的满足、城市生态空间的开放与创新等多个方面。

第三类侧重“城市化”与“信息化”的结合,认为智慧城市应该建立在一种“具有思维的”且“内生性的”科技与社会相互作用的过程之中,将智慧城市同技术发展与资源观念的演变联系在一起。

在应用层面上,目前国内外对智慧城市的理解主要聚焦在三个层面:一是空间维度,重点体现在智慧社区和智慧园区的建设;二是行业维度,主要体现在教育、卫生、文化、旅游、航运、物流等不同领域对未来发展的新需求;三是管理维度,主要体现在如何为整体的智慧城市建设营造更好的环境。

综合来看,智慧城市就是通过新一代信息技术,迅速、灵活地处理各种事项,实现城市智慧化运行与管理的状态。在本质上,智慧城市是城市经济发展模式创新在特定空间上的具体体现,是城市发展的新模式和新形态,是人类在城市化进程中,实现人与人、人与城市 and 自然高度融合、协调发展的更高阶段,通过全信息链应用体系,使城市具有正确理解和处理政府、企业、居民所涉及的各种活动的的能力,实现互联互通、迅速灵活、高效优质、协同共享的目标。

1.1.2 全球视野下的差异化发展与共性聚焦

自从 2009 年初 IBM 提出“智慧地球”的概念以来,美国、日本、荷兰、英国、瑞典、韩国、新加坡等发达国家和地区相继发布了建设智慧城市的相关规划和政策,全面开展智慧城市的建设。

(1) 美国:美国提出了加强智慧型基础设施建设和推进智慧应用项目的经济刺激计划,借助于发展智能电网等基础设施,致力于培育更多的新兴产业和新兴服务。其中,纽约市在应急保障与社会安全体系建设、圣地亚哥市在智能电表和清洁能源应用、迪比克市在水、油、交通等城市资源协同服务等方面均取得了显著成效。

(2) 欧盟:欧盟制定了智慧城市框架,重点加强在气候问题应对和节能

减排方面的投入,提出“20/20/20 by 2020”的战略目标,即相对于 1990 年,在 2020 年实现温室气体减排 20%,将可再生能源的使用比率提高 20%,节能 20%。为实现三个 20% 的目标,欧盟各大城市纷纷加快启动智慧城市建设示范项目。

(3) 亚洲:亚洲以韩国、日本和新加坡为代表,在大力开展国内智慧城市建设的基础上,面向新兴经济体出口智慧城市产品和解决方案。韩国、日本先后在 U-Korea、U-Japan 的国家战略规划基础上推出了进一步的升级计划。韩国以泛在网络为基础,在首尔、松岛等地开展了 U-City 智慧城市建设试点;釜山的云计算即付即用模式、济州岛的智慧岛项目等均是韩国基础设施与服务出口的典范。日本的智慧城市建设涵盖新能源汽车、智能电网、智能家庭、节能环保等多领域的“多元化发展”,强调跨领域的协同合作。例如横滨在能源、建筑、交通等领域协同发展,通过引入新技术降低碳排放。除此之外,新加坡提出 2015 年建成“智慧国”的计划,台湾地区提出建设“智慧台湾”的发展战略等,均是在结合地区特色和战略定位的基础上,寻求各自智慧城市发展的切入点。

当前,全球的智慧城市建设在规模化扩张的同时,已逐渐凸显出各自的发展方向和区域特色,如维也纳的智能电网、多伦多的循环经济、东京的移动智能、伦敦和瑞典的智慧交通、巴黎的自行车共享、德国的电动汽车、哥本哈根的创新清洁技术、巴塞罗那的光伏产业等。然而从全球视野来看,不同国家和地区的差异化发展过程中,又进一步呈现出了领域重点的聚焦,如社会服务的智能化与个性化以及城市治理的协同开放。

1.1.3 国内智慧城市建设的政策背景与信息壁垒

根据工信部 2013 年第 1 号通告,截至 2012 年年底我国已有 320 个城市投入 3000 亿元建设智慧城市,智慧城管、智慧 e 通等一系列信息化服务走进百姓生活。北京、上海、广州、深圳、宁波、扬州、杭州、南京、海口等各大城市均结合当地区域的特点和需求,制订了各自的发展规划;同时,在城市普遍