

城市规划中的大数据 应用与实践

Application and Practice of Big Data in Urban Planning

冯意刚 喻定权 张鸿辉 黄军林 著



中国建筑工业出版社

城市感知中的大数据 应用与实践

——以智慧城市为例



中国城市感知大数据应用与实践

城市规划中的大数据应用与实践

Application and Practice of Big Data in Urban Planning

冯意刚 喻定权 张鸿辉 黄军林 著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

城市规划中的大数据应用与实践 / 冯意刚等著. — 北京: 中国
建筑工业出版社, 2017.12

ISBN 978-7-112-21318-4

I. ①城… II. ①冯… III. ①数据处理 — 应用 — 城市规
划 — 研究 IV. ①TU984-39

中国版本图书馆CIP数据核字 (2017) 第248812号

责任编辑: 黄 翊

版式设计: 京点制版

责任校对: 李欣慰 王 烨

城市规划中的大数据应用与实践

冯意刚 喻定权 张鸿辉 黄军林 著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路9号)

各地新华书店、建筑书店经销

北京京点图文设计有限公司制版

北京市密东印刷有限公司印刷

*

开本: 850×1168毫米 1/16 印张: 13¼ 字数: 327千字

2017年12月第一版 2017年12月第一次印刷

定价: 72.00 元

ISBN 978-7-112-21318-4

(31029)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

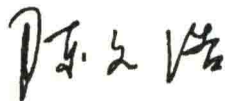
(邮政编码 100037)

序 一

当前，大数据的发展之迅猛和应用之广泛是有目共睹的事实，大数据已成为驱动城市发展的新动力，为更加精准、精细和精确地把脉城市问题、辅助城市决策、监测城市运行提供了可能，并已上升为国家战略层面的政策导向，成为促进社会经济发展和“新常态”背景下创新驱动与转型调整的新动力。

随着《长沙市加快发展大数据产业（2017—2020年）行动计划》的出台，长沙市正在朝着“建设成为全国重要的大数据经济集聚区、构建大数据产业生态体系、培育近千亿规模的大数据产业”的目标努力。面向这一行动计划，长沙规划工作者积极探索大数据在城市规划中的应用，尝试以量化的数据支持“策划”长沙，以更加科学的“策划”指导长沙“规划”，用更加合理的“规划”管控“计划”，为实现城市发展“蓝图”提供保障，并研究了大数据在规划编制、管理及运营全流程的相关理论，开展了城市规划大数据建设、城市规划大数据决策与可视化平台构建的实践工作，建立了更具落地性和操作性的大数据辅助城乡规划空间治理的方法体系，并在这些实践工作中总结其有益的经验，形成了《城市规划中的大数据应用与实践》一书。这些研究工作既务实又具有一定的突破，是长沙在大数据规划应用领域的先行之举。

随着长沙大数据产业的持续推进，体系清晰、数据规范、信息全面的城市量级的大数据中心将在未来的长沙城市发展中发挥更大的作用，相信大数据在推动智慧规划、智慧城市方面将会带给我们更多难以预知的惊喜，人民群众也将会真真切切地感受到大数据发展所带来的更加智慧、更加美好的生活！



长沙市人民政府市长

2017年12月于长沙

序 二

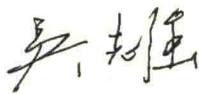
大数据、人工智能、移动网络和云计算的新时代到来了。城市规划师正在由传统的经验导向向科学分析导向转变。

许多城市研究者和规划师正在采用综合预测、数学建模等手段，通过计算机来模拟城市某一系统或多个系统的变化规律，以解决城市规划的科学“量化”问题。作为一个复杂且不断变化的系统，对城市的分析仅依靠基于规划师个人素养建立起来的决策模型，其基础是空洞的。

大数据弥补了规划决策的“基础虚无空洞”的遗憾，为动态的、以人为本的规划决策提供了基础。城市因“人”才产生了活力，城市为“人”的活动提供了物质“空间”基础，“人”在“空间”活动产生了活力“数据”，只有深刻了解这些数据，才能了解“人”的活动特性，才能更好地规划与设计“空间”，也只有这样的城市才是“人”的城市！数据源的拓展和数据属性的转变为规划师们洞察城市提供了一种前所未有的观察城市的独特视角，开启了城市研究和城市规划的新范式。

《城市规划中的大数据应用与实践》一书着眼于城市规划领域中大数据相关的方法研究，搭建了大数据在规划中的应用体系框架，整合了从区域空间互动到城市内部空间结构及片区发展等方面的案例实践，对大数据在规划设计、实施评估、管理决策、平台应用等方面的应用实践进行了全面的介绍。同时，也为城市问题评估、规划编制设计、管理决策支撑朝着更为精准化、科学化和智能化的方向迈进作出了有益的探索与尝试。

当未来的城市规划不再仅依靠规划师的经验，而是以大数据及科学分析手段为支撑，规划行业也必将发生翻天覆地的变化。当前，智慧城市已逐渐从概念走进现实，城市的智慧化必将要求城市规划的智慧化，而大数据在城市规划中的应用实践正是规划转型过程中重要的一步，也是未来以人工智能为代表的前沿技术在规划中得以引入与实践的重要基础。



2017年11月于同济大学

目 录

序一
序二

第 1 章	绪 论	001
1.1	大数据时代的到来	001
1.1.1	大数据时代的城市发展	001
1.1.2	大数据时代的机遇与挑战	002
1.2	大数据支持下的城市规划转型	004
1.2.1	从单一数据来源到复合多元视角的转变	004
1.2.2	从静态蓝图到动态过程的转变	005
1.2.3	从空间形态设计到空间人本导向的转变	005
1.2.4	从规划设计到智慧治理的转变	005
1.3	大数据应用于城市规划的研究进展	006
1.3.1	城市空间结构及城市模拟中的应用	006
1.3.2	城市人群特征感知研究中的应用	008
1.3.3	城市土地功能识别中的应用	009
1.3.4	城市交通问题研究中的应用	009
1.3.5	城市空间品质研究中的应用	010
1.3.6	城市设计中的应用	011
第 2 章	大数据规划应用框架构建	012
2.1	研究数据基础	012
2.1.1	数据源与数据类型	012
2.1.2	数据库、分析模型与支撑平台	013
2.2	研究对象	014
2.2.1	城市规划研究	015
2.2.2	城市规划编制	015
2.2.3	城市规划管理	015
2.3	研究方法	016
2.3.1	数理模型及方法	016
2.3.2	可视分析技术	018
2.4	研究目标	020
2.5	研究框架	021
第 3 章	大数据评估城市问题	023

3.1	长沙市 15 分钟社区生活圈质量评价	023
3.1.1	研究方法	023
3.1.2	数据说明	024
3.1.3	模型计算	026
3.1.4	结果分析	028
3.1.5	研究总结	031
3.2	长沙市地铁 2 号线站点性质及其周边用地状况研究	032
3.2.1	数据说明	033
3.2.2	分析结果	033
3.2.3	研究总结	046
3.3	长沙市橘子洲公园使用情况评估	046
3.3.1	研究方法	046
3.3.2	数据说明	048
3.3.3	分析结果	051
3.3.4	研究总结	056
3.4	基于出租车 GPS 数据的居民出行特征及起讫点空间分布研究	057
3.4.1	研究方法	057
3.4.2	数据说明	058
3.4.3	分析结果	060
3.4.4	研究总结	068
 第 4 章 大数据辅助规划编制		069
4.1	基于手机数据的城市空间研究	069
4.1.1	研究方法	069
4.1.2	数据说明	073
4.1.3	分析结果	076
4.1.4	研究总结	100
4.2	长沙市轨道线网规划方案比选	101
4.2.1	评估概述	102
4.2.2	研究方法	105
4.2.3	研究结果	106
4.2.4	研究总结	119
4.3	长沙市高铁新城北片区城市设计	120
4.3.1	研究方法	121
4.3.2	数据说明	122
4.3.3	分析结果	123
4.3.4	研究总结	134
 第 5 章 大数据支撑管理决策		135
5.1	湖南湘江新区规划实施评估	135
5.1.1	评估概况	135
5.1.2	评估思路与目的	136
5.1.3	评估内容	137

5.1.4	研究总结	158
5.2	“朝九晚五”交通政策评估	158
5.2.1	研究方法	160
5.2.2	研究结果	162
5.2.3	研究结论	166
5.2.4	工作建议与展望	167
5.3	双塘路街区更新的前期论证	169
5.3.1	研究概况	169
5.3.2	研究方法	170
5.3.3	研究结果	170
5.3.4	研究总结	175
第 6 章	城市发展战略支持平台	177
6.1	平台架构设计	177
6.1.1	总体架构	177
6.1.2	平台功能定位	178
6.1.3	平台模型支撑	179
6.2	战略数据库搭建	181
6.2.1	数据模型设计	181
6.2.2	数据构成	182
6.2.3	数据获取与预处理	183
6.2.4	数据库动态更新	184
6.3	平台主要功能模块	186
6.3.1	城市人口动态监测模块	186
6.3.2	城市空间决策模块	187
6.3.3	城市治理模块	187
6.3.4	城市交通规划模块	188
6.4	小结	188
第 7 章	总结与展望	190
7.1	研究总结	190
7.2	应用展望	190
7.2.1	应用环境有待继续完善	190
7.2.2	应用实践的进一步突破	191
参考文献		193
致谢		201

第1章 绪 论

近年来,信息技术与经济社会的交汇融合引发了数据迅猛增长,已成为国家基础性战略资源的大数据正日益对全球生产、流通、分配、消费活动以及经济运行机制、社会生活方式的转变和国家治理能力的提升产生重要影响。维克托·迈尔·舍恩伯格(Schönberger, 2013)称“大数据很可能成为发达国家在下一轮全球化竞争中的利器,发展中国家依然处于被动依赖的状态。整个世界可能被割裂为大数据时代、小数据时代和无数据时代”。联合国于2012年发表了《大数据促发展:挑战与机遇》白皮书,指出“大数据时代”已经到来,大数据将持续、深刻地影响全球经济社会生活的方方面面。

1.1 大数据时代的到来

1.1.1 大数据时代的城市发展

国内外学者对大数据及其应用的探索和研究自2008年以来进入一个快速发展的阶段,并呈现出方兴未艾的态势。维克托·迈尔·舍恩伯格在《大数据时代——生活、工作与思维的大变革》一书中分析了大数据时代下的信息变革和数据思维的颠覆,指出大数据在生活、工作与思维等方面可能引发一系列时代转型及深刻影响,并用三个部分列举了大数据时代思维变革、商业变革和管理变革的诸多实例,开创了国外大数据应用研究的先河。我国数据文化的首倡者涂子沛在《数据之巅:大数据革命,历史、现实与未来》一书中对大数据追根溯源,阐述了从初数时代发展至大数据时代的各阶段特征,以美国数据文化的形成为主要案例阐述了其数据治国之道,并借此对比中国在该领域的不足与薄弱之处,描绘了一幅数据科学、智慧文化的全景图以及未来数据世界的远景。大数据时代,数据逐渐成为一种生产资料,并发展为一种稀有资产和新兴产业。大数据的生产和应用已广泛深入我们生活的方方面面,涵盖安全、金融、教育、医疗、体育、制造、政府等多个行业领域。

在国外,包括IBM、Oracle、Microsoft、Google、Intel、Facebook、Twitter等一大批计算机及互联网领域巨头纷纷掘金大数据市场。另外,很多初创企业也开始加入到大数据的队伍中,如Cloudera、Clustrix等。国内也涌现出很多经营大数据的公司,一类是诸如百度、阿里巴巴、腾讯等互联网公司,以及华为、中国移动等通信企业,涵盖了数据采集、数据存储、数据分析、数据可视化以及数据安全等领域;另一类是为市场带来创新方案并推动技术发展大数据初创公司,如贵阳大数据交易所、北京的TalkingData等。大数据的兴起也促进了数据分析平台和可视化产品的广泛应用,类如Hadoop、SAS、R语言等数据分析平台,以及ECharts、Tableau、Circos等数据可视化平台。

在数据应用发展的推动下,大数据已逐步成为城市发展的智慧引擎,在提升产业竞争力和推动商业模式创新方面发挥着越来越重要的作用。随着物联网、云计算等新信息技术的应用、发展与普及,社会信息化进程进入数据时代,海量数据的产生与流转成为常态。随着数据收集、储存、挖掘与分析技术的提高,大数据发展真正实现从量变到质变的突破,数据的价值将得到极大凸显,最终成为推动城市发展的创新驱动动力。从外在的形态描述到内在的机理解释,大数据为驱动城市发展提供了新动力,也为制定和总结城市发展模式以及实现智慧城市提供了可能性。

1.1.2 大数据时代的机遇与挑战

1.1.2.1 机遇:信息环境的逐渐完善

传统的城市规划所依赖的统计年鉴数据及部分调查调研数据样本量小,难以准确地反映城市的现状,更难以获得人群的空间行为特征和需求。传统的城市规划主要依靠规划决策者和规划师构建城市未来发展蓝图,而城市居民参与程度较低,人的空间需求和生活需求无法得到体现。传统的城市规划偏重对空间的开发和城市功能的布局,从发展和效率的角度来讲就是注重发展的速度和质量,较少考虑城市的利用效率,是一种面向增量的规划理念。而城市空间的利用效率以及城市的空间品质,才是城市居民生活在城市中能否幸福的关键因素,也是规划需要思考的重要因素。传统的城市规划,能够获得的数据大部分都是较大的空间尺度下的数据(如街道),但对精细化的空间尺度显得无能为力(如地块)。这种针对大空间尺度的统计数据,无法实现精细尺度下的空间分析,造成获取的城市信息存在空间尺度的断裂,整体和局部的协调无法实现。

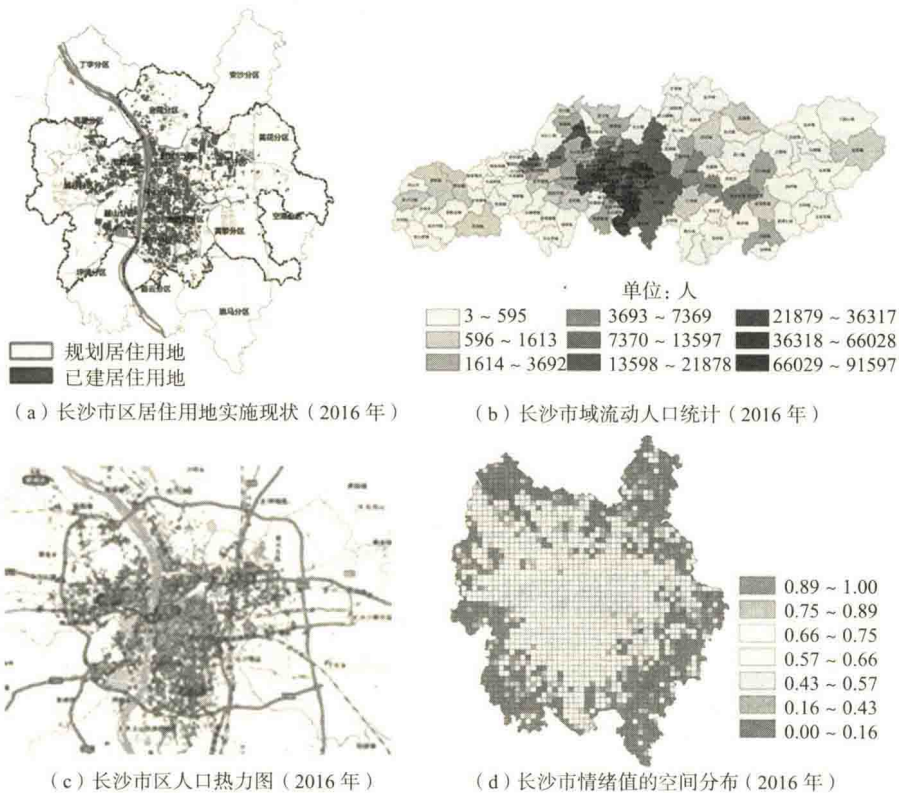
随着信息技术的快速发展以及政务公开的广泛推进,大量数据如雨后春笋般涌现。通过电脑或者手机,我们可以方便地查询到类如前方道路是否拥堵、某场电影是否还有合适的座位、哪里的餐馆人气最旺等多种信息数据。这些数据不仅影响着我们的生活,同时也对区域、城市的物理空间和社会空间进行了更精确和深入的刻画,促进了传统规划研究应用的转型与创新。

新的数据环境下,可以把规划应用的数据类型大致划分为传统规划数据、经济社会数据、城市运营数据和人群特征数据。传统的规划数据主要包括法定规划数据、非法定规划数据、规划实施数据、规划监督数据、基础地理信息数据、部门咨询调查数据等,经济社会数据主要包括人口普查数据、经济统计数据、统计年鉴数据、行业统计数据,城市运营数据主要包括城市交通数据、手机信令数据、地图 POI 数据、公交地铁刷卡数据、出租车 GPS 数据、水电气使用数据等,人群行为数据主要包括行动轨迹数据、社交网络数据、微博微信签到数据、情绪意向数据等(图 1-1)。

1.1.2.2 挑战:数据应用的现实困境

(1) 数据获取

在规划实践中,由于缺乏强有力的组织协调机制和技术支持,数据共享的不足导致数据获取较难。当前我国城乡规划工作的数据基础高度依赖官方的测绘数据、统计资料以及政府职能部门的调研数据。而大部分的大数据生产者或拥有者与规划行业的交集都很小,数据获取的成本较高。数据是信息的载体,开放数据意味着信息公开。在公开环境下,这种权力和利益将受到损害。数据共享的实现既需要技术的更新,更需要强有力的协调组织,打破利益阻碍。然而在市场经济环境下,无论是政府、企业还是个人都很难完全摆脱“经济人”局限,各级政府、政府职能部门、



政府组织成员、数据生产者都存在自利倾向。另一方面，由于信息化发展不平衡以及各地所使用的技术标准不一，也会导致收集的各类数据难以实现融通和共享。

(2) 数据质量

数据质量主要包括数据的真实性、完整性、一致性，而实践过程中数据质量的问题包括原始数据偏差、预处理方式等难以进行有效的评估。大数据作为规划行业的新生事物缺乏成熟的理论体系支撑与大量的实证校核。数据质量的高低将直接影响依托数据提取信息的准确性，最终影响到决策是否精准有效。数据质量的好坏依赖于技术策略、制度设计、文化理念等多方面因素。从数据生命周期的角度，数据主要经历收集、存储和使用三个阶段，每个阶段都可能出现造成数据质量不优的问题。在数据收集阶段，由于制度设计、思想观念、技术手段问题，导致数据收集工作执行者会产生不重视数据质量，只重视完成任务的情况。而在数据存储过程中，由于数据类型不一、存储介质限制、存储技术、管理制度问题，可能造成数据缺失。在分析利用过程中，由于数据融合技术、分析提取技术、分析者素质等因素会造成数据质量的不稳定。

(3) 技术门槛

目前国内多数规划从业人员数理基础较弱，而大数据规划应用中跨学科、偏计算的特征很明显，这使得应用创新，尤其是业务孵化期的技术门槛较高。多数的规划师对于各类数据和信息技术处于相对陌生的状态，诸如多源异构数据的采集与存储、数据的信息安全技术、基于隐私保护的数据挖掘、基于位置感知的城市信息服务、面向多部门协同的大数据分析、大数据分析成果的可视化应用等技术。另一方面，对于地理信息系统、计算机科学等专业背景的工程师而言，由于对相

关的规划理论方法、规划编制体系、规划管理实施等内容不够熟悉，同样也难以在短时间内完成基于大数据技术的规划创新应用。这使得大数据在规划的应用实践中需要多学科交叉，开展多专业合作，形成多专业背景的团队开展大数据规划应用的相关工作。这也是规划研究、设计、管理等部门难以独立组织完成的。

（4）应用模式

当前的大数据技术在规划行业内的应用多为偏学术性的研究，正处在学术研究的阶段，或者具有明显定制特征的规划问题分析，缺少完整的、系统的规划应用规范，开展的实际应用实践也较少。城市规划属于法定流程，不同的规划工作有着明确的程序和内容深度要求，而目前大数据应用还难以法定化、程序化。大数据技术在总体规划中可以用于分析人口规模、用地识别、空间结构等问题，在控制性规划中可用于分析地块业态评价、空间可达性分析等问题，在城市设计中可用于分析公共空间评价、就业吸引力评价等问题，但尚未形成指导性较强的辅助设计应用导则。

1.2 大数据支持下的城市规划转型

以往的城市研究或规划设计，通常是通过年鉴查询、相关部门咨询、问卷调查、测量图纸等方式来获取数据。这样的数据在时效性、客观性、完整性、精确性、获取成本等方面难免会存在缺陷。有效数据的缺乏导致了一些研究或设计过多地依赖学者、规划师的个人经验判断，而缺少足够的理性论证。大数据的兴起和发展给城市规划从相对简单的观察转向更复杂的模型模拟、从片段的数据统计转向动态的时空演变、从粗糙的集合转向精细的个体等方面带来了新的机遇（张翔，2015）。

在此背景下，北京大学智慧城市研究与规划中心、北京城市实验室、北京西城—清华同衡城市数据实验室、南京大学规划技术协同创新中心、上海同济城市规划设计研究院可持续智慧城市实验室等研究机构开始先后研究城市大数据。一些自媒体网站如城市数据派、城市规划云平台、城市数据团、国匠城等先后成立并介绍关于城市大数据的研究成果。与此同时，许多规划设计单位或规划管理部门也与大数据公司之间通过签署合作协议，共同协作完成规划编制或管理方面的工作，例如上海同济城市规划设计研究院与腾讯云大数据、北京城市象限科技有限公司与TalkingData、北京城市规划设计研究院与摩拜单车、长沙市城乡规划局与中国移动通信集团湖南有限公司、宁波市规划局与百度地图（百度慧眼）等。

1.2.1 从单一数据来源到复合多元视角的转变

受限于数据缺乏、计算能力低等困难，传统的研究工作不得不从有限的观测数据中提取信息、寻找结论，并减少研究中应该关注的要素，采取少变量，甚至单一变量的研究方法。这导致在研究很多复杂的城市现象时，难以描述诸多要素及其彼此间的相互关系，难以发掘这些要素的内在相关作用和由这些要素构成的城市复杂系统的运作规律。利用大数据时代的丰富数据，城市规划研究可以更充分地验证当前城市研究中的假定，采用更为复杂的模型分析城市系统、模拟多变量的结果，甚至发展新的理论。例如，分析企业名录中的文本数据所代表的空间位置、商务关系，研究城市网络复杂性结构特征。

1.2.2 从静态蓝图到动态过程的转变

由于受到技术发展水平、数据获取设备能力和运作成本较高等困境的限制,多数城市规划研究所需的数据必须通过抽样的方式才能获得,而全面、高精度的普查间隔周期非常长。例如在城市规划中使用的社会经济统计数据、交通调查数据和地形图测绘数据等,这些数据的全面调查往往需要经过一年、几年甚至十几年才会进行一次,而且受限于各种资源的匮乏,调查的数据种类也是有限的,精度相对粗糙。这种片段式的数据限制了对城市动态的描述,也将城市研究更多地限定在相对静态的研究内容上。

1.2.3 从空间形态设计到空间人本导向的转变

在大数据技术的驱动下,更多的信息,尤其是粒度更小、来自于人群的行为特征数据得到描述。这些新的表达形式可以帮助我们更好地理解物质空间所蕴含的社会属性或功能特征。例如在原有的路网上表达出上下班高峰期拥堵的现状或预测、在原有的居住用地现状图上表达出各社区的空置率或通勤特征、在原有的旅游游线组织图上表达出各景区的人群热力或来源等。大数据时代丰富的数据和新兴的数据处理技术,如智能手机的普及、车载GPS的推广和物联网的应用等,将为城市在微观层面的研究提供基于个体的高精度的时间、空间数据,为深入挖掘个体行为之间的差异及其对集合的影响评估提供可能。

1.2.4 从规划设计到智慧治理的转变

城市规划是一项综合性工作,主要是根据城市的地理环境、人文条件、经济发展状况等客观条件制定适宜城市整体发展的计划,从而协调城市各方面发展,并进一步对城市的空间布局、土地利用、基础设施建设等进行统筹安排。它设计并指导空间的和谐发展,以满足社会和经济的需要,并有效地创造出良好的生活与活动环境。在计算机和地理信息技术广泛应用之前,城市规划主要依靠规划师手绘规划图来实现。伴随着计算机和地理信息技术的发展应用,传统的手绘规划图的方法也逐渐被电脑制图所取代,这不仅提高了规划图的精度,也将规划师从手绘图纸的繁重工作中解脱出来。与此同时,伴随着地理科学的迅速发展其理论和技术日益成熟,大量功能强大、成本低廉、易于操作的商业化地理信息系统软件在许多领域得到应用。以往常用的软件多为AutoCAD、Sketchup、Photoshop、Office、SPSS、3DMAX等,而类如ArcGIS、SQL、SAS、R、ECharts、PowerMap、Python、JAVA、Hadoop、WebGis等软件在数据抓取、数据存储、数据分析、数据展示、规划制图等工作内容中被广泛使用,规划设计的技术手段随着科技的发展不断得到创新与丰富。

大数据技术的兴起使得城市规划可以借助这些软件工具完成多尺度、多维度、多粒度的城市空间问题研究。例如在区域尺度,新的数据源可以分析两个城市之间的人口迁徙数量,这些迁徙数据还可以详细到具体的日期、交通方式,甚至是出行目的;在城市尺度,通过公交刷卡数据可以了解不同公交线路、不同公交站点在不同时段内的乘客流量,从而帮助我们理解城市的空间结构组织;在社区尺度,水、电、气的使用数据可以直观地显示住房空置率,大众点评或者微博语义分析则可以帮助我们更好地理解公共服务水平;在多维度方面,以往的研究通常以年鉴统计数

据为主,时间多以年为单位,而例如地铁刷卡、出租车 GPS 等数据则可以把用于描述空间特征的时间属性进一步细化到不同的月份、天、小时,甚至是分钟;在多粒度方面,过去通过影像数据或地形数据可以大致判断一个城市或者一块用地的空间肌理,而现在利用照片分析、人口热力、刷卡消费等数据可以更全面、更精确地把空间形态量化到每一条街道,从而形成自下而上的空间分析。

除了技术性,城市规划还具有明显的艺术性、政策性、法制性、实践性等属性特征,因此大数据技术在规划应用中更多地应该遵循以人为本的原则,而非技术至上主义。传统的规划理论与方法仍将继续主导城市规划的行为,大数据应用也只会和技术层面对其进行改善与修正,弥补以往以空间为本、专家领衔、主观经验主导、静态蓝图式等规划模式中存在的不足,辅助形成更合理的规划设计编制和更精准的规划管理策略。

1.3 大数据应用于城市规划的研究进展

大数据之于城市规划的价值所在,并不是动辄数百万条的表格,也不是复杂的计算公式,更不是眼花缭乱的可视化效果,其关键在于规划应用,在于真实地分析城市发展过程中遇到的各类规划问题,并更有效地辅助规划编制设计与更精准地支持规划管理决策。例如在旧区更新规划中,使用传统规划数据可以获得更新范围内不同的功能分区与用地性质,结合大数据则可以进一步获取人们在此范围内的居住、工作、交通、娱乐、消费等行为特征,综合利用这些数据可以直观地发现诸如缺少就近就业机会、高品质公共服务设施或是特定类型的休闲场所等旧区活力不足的衰败原因,从而可以更具针对性地完成规划设计。

在大数据的闭环系统中,城市或城市规划既是数据的生产者,也同时是数据的使用者。这就需要大量能相互连通的数据,在一个统一的数据计算平台中,以相同的数据标准产生关联性,通过大数据相关处理技术最终形成自动化、智能化的闭环系统,实现自动学习、智能调整的功能,从而提升规划工作的公众性、合理性以及效率。

1.3.1 城市空间结构及城市模拟中的应用

(1) 区域结构研究

王波(2013)通过将微博用户的网络信息关系与地理关联,分析这一新型网络信息空间的地理特征、表现形式及其原因。郭华东(2014)以“胡焕庸线”形成机理的空间认知研究为例,阐述了大数据在区域研究中的应用。黎智枫(2016)以赛博空间为视角,以我国三大城市群城市的豆瓣同城数据为对象,通过点度分布、对称性、群集性和匹配性等指标对城市网络进行描绘与测度。古杰、周素红等(2016)通过出租车 GPS 数据所表现出的城市活跃度及其稳定性来研究城市的时空结构形态,并探究一天中不同时段的城市活跃度及其稳定性,为公共基础设施和公共服务设施的空间配置以及公共交通及安全政策的制定提供依据。李苗裔、戴劭勃、王静远等(2016)采用非负矩阵分解(NMF)的方法,对北京市建设用地规划许可发放数据进行挖掘,以此识别城市空间发展模式,并可以推广到其他区域的城市研究中,对城市设计及政府决策工作起到较大的启示性作用。

（2）城市体系分析

Krings 等（2009）通过分析比利时电信运营商提供的 6 个月内 2500 万个用户通讯信息，利用用户手机账单地址对应的邮政编码建立了城市的社会网络，并运用重力模型来研究通讯强度，最终得到城市之间的通讯联系和等级体系。Naaman 等（2012）利用 Twitter 防火墙破解程序来提取大数量级的地理坐标和文本数据（每个城市获取数量与时间段不一致），并结合时间序列模型分析了美国不同城市 Twitter 的信息关键词特征和分布情况，发现只有很少的城市能够提供多个时段的关键词搜索所需要的信息，进而得到全国城市间的网络活动等级和联系。

（3）行政区划识别

Ratti（2010）等学者利用英国一家大型电信数据库的通话定位数据，使用细粒度的区域划分方法分析了数十亿人的个体交易网络，对英国地理行政区划进行评估，从而力图规划出相较行政区划而言更具地理凝聚力的功能区划。Wakamiya S. 等（2011）通过 Twitter 地理收集系统获取了一千多万个带有地理标签的 Twitter 数据，包括用户 ID、发表时间、地理位置、文本内容等，运用核函数聚类分析构建了日本的社会地理边界，并结合 Voronoi 图和日常人群活动的地理规律来模拟基于社会网络人群的城市特征。

（4）空间功能评价

Roth（2011）利用轨道交通刷卡数据对伦敦多中心城市空间结构进行了评价。吴志强（2016）利用百度地图热力图数据，对上海中心城区中人群的集聚度、集聚位置、人口重心等指标在连续一周中随时间的变化情况进行了考察和分析，为城市空间研究提供更为动态的视角和方法。钮心毅、丁亮、宋小冬（2014）以上海中心城为例，提出了利用手机定位数据识别城市空间结构的方法，研究中使用移动通信基站地理位置数据和手机信令数据，依据基站汇总所连接的用户数量，采用核密度分析法生成手机用户密度图，用于识别城市公共中心的等级和职能类型，识别就业、游憩、居住功能区及其混合程度。甄峰（2015）通过挖掘新浪微博用户签到的时空间数据，刻画了城市及城市内部街区的活动空间及功能区划。王德（2016）基于 2011 年和 2014 年上海移动公司的手机信令数据针对就业的空间分布及其迁移展开了分析，经过就业地识别与追踪，从总体特征、大区、街镇三个层面对上海居民就业的空间迁移进行研究。王伟（2017）基于 POI 数据对北京众创空间发展区域优势度进行了评价研究，研究提出三元空间协同认知框架，构建“三区联动”分析模式，导入 POI 大数据为支撑，运用热力度图、叠置分析等技术对北京众创空间联动效应及发展环境进行多维测评，识别得到三级优先发展区域，并提出空间联动、主体联动、机制联动和政策联动的优化提升战略。

（5）职住平衡研究

龙瀛等（2012）、Long 和 Thill（2015）利用北京公交 SCD（公共交通智能卡数据，Smart card data），通过识别持卡人的居住地 and 就业地，研究北京的职住关系和通勤出行。孟斌（2015）利用地铁刷卡数据做了类似探讨。丁亮（2014）等利用手机信令数据识别上海市域内手机用户的工作地和居住地，获取就业者的通勤数据，测度上海中心城的就业中心体系。冉斌等（2013）提出了手机定位数据在不同层面城市规划中的应用方向，并论述了职住人口空间分布、OD 客流分布、城市间客流联系等方面的应用实例。任颐等（2014）用无锡手机数据探索了通勤人口分布、居民出行 OD、重点区域人口集散特征等方面的应用。

裘炜毅（2015）在大数据技术发展背景下，结合日益丰富的个体行为数据（手机数据），建立

一种职住分离、通勤识别的分析方法和技术手段,探索利用手机大数据开展人的行为特征(职住到通勤交通)的量化分析手段。该研究以城市工业园区(城市工业用地的聚集形态)为切入点,以信息医药为主导产业的上海张江高科技园区,以现代制造业为主导产业的上海莘庄工业园区为例,进行实证分析研究,剖析工业园区的职住平衡关系和通勤特征等。张纯(2017)以北京市例,通过小规模问卷调查,考察信息通信技术在使城市空间发生了深刻变化的背景下,对于人群通勤行为所产生的影响,旨在提升人们的出行和通勤品质,制定面向信息化、智能化的交通政策,为城市规划政策提出建议。

(6) 城市模拟

龙瀛、茅明睿等(2014)对精细化城市模型的主流建模方法进行了介绍,并结合精细化城市模型的高标准数据需求问题,对国际上通行的用于精细化模拟数据合成(population synthesis)的方法进行了综述,并分析了近年来在精细化城市模拟方面的多项实践案例,最后提出以GIS为平台,结合CA/ABM/MSM方法,构建我国精细化城市模型的框架体系和关键技术,以期支持我国大城市地区空间政策的制定和评估。

1.3.2 城市人群特征感知研究中的应用

(1) 人口规模与分布

Ahas(2005)提出基于手机的社会定位方法(Social Positioning Method)能监测人口总量和移动轨迹、预测和防止由人流集聚产生的问题。Becker等(2011)从电信运营商中获取美国莫里斯顿市(Morristown)2万个居民在2个月内的匿名通话详细记录(CDRs),数据包含邮编、声音以及短信内容,并通过统计和制图分析来揭示城市人口流动与变化。柴彦威(2013)对传统活动日志调查与基于GPS、LBS的移动数据采集在居民活动—移动数据的获取和应用方面进行对比,并以2010年7月在北京进行的居民活动与移动调查为例,探讨了个体行为时空数据采集的方法、存在问题 and 处理方式。

北京海淀区统计局积极探索海淀人口监测创新模式,尝试采用基于移动通信大数据分析进行人口动态监测和分析研究。通过协同定位算法模型、人口属性识别模型、人口流动分析模型等方法,能够详细掌握特定地区的人流量、瞬时人口、高峰和低谷时段人口情况、人口变动数量、人口流向地等动态信息。此外,通过一段时期的监测和计算,“大数据”同样能够分析得到全海淀区和各街镇辖区居住人口总量等相对静态信息。

(2) 人群活动的时间差异

Ratti等于2006年以热点图的方式展现了用手机数据分析城市活动时空变化的研究成果。将意大利米兰市20km×20km空间范围内2004年4月19日~5月4日的移动通话时长数据汇总为人流密度,可视化反映人流活动分别在白天、晚上以及工作日、周末、重大活动日等不同时间段的变化。这一研究开启了应用移动定位数据大范围、大样本、动态认识城市系统的研究领域:通过数据的统计汇总,认为城市空间活动虽然由无数个体的无序活动组成,但在整体层面有规律可循,可以用移动定位数据来反映城市活动的时空变化。Ahas(2010)等学者使用移动电话定位数据分析爱沙尼亚塔林市的城市生活的昼夜节律和空间差异。研究随机抽取了277名居住在塔林城外的新住宅区的居民,选择2006年4月其中的8天,以15分钟的时间间隔进行定位实验,用得到的时空间