

智慧城市的大脑——智慧模型的概念、类型和作用*

Smart Model: the Brain of Smart City and Its Concept, Categories and Function

牛强 夏源 牛雪蕊 周燚 NIU Qiang, XIA Yuan, NIU Xuerui, ZHOU Yi

摘要 分析了我国智慧城市的发展现状,发现我国的智慧城市亟需智慧的“大脑”来分析利用数据、发现城市问题、提供解决方案,以实现“智慧”。对此,提出智慧模型就相当于智慧城市的大脑,可以满足智慧城市分析的需要;进而对智慧模型的概念、类型和作用进行了剖析,认为智慧模型包含5大类型:城市测度评价模型、城市预测模拟模型、运筹决策模型、城市改变影响评估模型和城市运作模型;并举例说明了它们在智慧管治、智慧产业、智慧交通、智慧基础设施、智慧环境、智慧生活等领域的具体应用。

Abstract This paper analyzes the status of the development of China's smart city and finds that China's smart city urgently needs the “brain” of intelligence to analyze and utilize data, find out urban problems and provide solutions to realize “wisdom”. In this regard, the paper proposes that the smart model is equivalent to the brain of a smart city, which can meet the needs of smart city analysis, and then analyzes the concept, type and role of the smart model. The paper argues that the smart model include five types: city measurement evaluation model, city prediction simulation model, operation decision-making model, city change impact assessment model and urban operation model. It illustrates their specific application in the fields of smart governance, smart industry, smart transportation, smart infrastructure, smart environment and smart life.

关键词 智慧城市 | 智慧模型 | 大脑

Keywords Smart city | Smart model | Brain

文章编号 1673-8985 (2018) 01-0040-04 中图分类号 TU981 文献标志码 A

作者简介

牛强
武汉大学城市设计学院
博士,副教授

夏源
武汉大学城市设计学院
硕士研究生

牛雪蕊
武汉大学城市设计学院
硕士研究生

周燚
武汉大学城市设计学院
硕士研究生

0 引言

自IBM于2009年提出智慧城市的愿景以来,智慧城市的理念就成为全球关注的热点并迅速传播到中国,在中国掀起一股建设智慧城市的热潮。智慧城市旨在通过智能手段解决城市中的管理、环境、交通和基础设施等基本问题,从而实现带动城市经济、培育高智人群、改善环境质量、优化城市管理、提升生活品质以及促进交通可达性等目标^[1-2]。智慧城市被视为解决当前城市中交通拥堵、环境污染、就业和产业发展等复杂问题的万能药^[3],得到了产业界、学界、政府的广泛重视。截止到目前为止,我国已经有超过500个城市在进行智慧城市试点。

然而在这个建设过程中,智慧城市也面临

着许多困境。部分城市把智慧城市建设等同于物联网、云计算和大数据等基础设施的建设,在这些设施建设上投入巨资,收集、存储了大量数据,却提升不了城市的治理水平。究其原因,在于这些城市忽略了数据的分析和利用,不能将数据应用到城市问题解决、城市治理中来。可以说,当前的智慧城市能做到“眼观六路,耳听八方”,但是缺乏一个智慧的“大脑”来分析、利用收集到的数据,发现问题的症结,给出智慧的解决方案。

针对这些问题,本文提出智慧模型就相当于智慧城市的大脑,可以满足智慧城市分析的需要;然后详细论述了智慧模型的概念、类型、作用及其在智慧城市中的运作机制,以期唤醒

*基金项目:国家自然科学基金“公共服务虚拟化对设施实体空间的影响和配置优化”(编号51778503)、“基于规划信息模型的数字规划设计方法研究”(编号51308422)资助。

政府、企业和市民对智慧本原的认识,推广智慧模型在智慧城市中的应用,推动智慧城市早日实现“智慧”。

1 智慧城市的智慧现状

1.1 智慧城市的智慧所在

对于智慧城市(Smart city)的概念,学术界并未形成统一的认识。我们从“智慧”入手,来解读智慧城市的概念。智慧城市的核心在于实现智慧,其概念起源于国外的“smart city”。smart的英文释义中就能体现智慧的含义,即“intelligent, capable of independent and apparently intelligent action”^[4](聪明的,能够独立明智行动的)。而中文“智慧”的释义为“对事物能认识、辨析、判断处理和发明创造的能力”^[5]。综合国内外对智慧的解释,可以发现感知、分析和应对3个要素涵盖了智慧的主要特征。

同理,智慧城市必须具备这3个特征才能实现“智慧”。首先是感知的实现,相当于给城市装上眼、耳、鼻,使城市能够通过各种传感器设备来感知、采集城市中的各种数据。然后是分析的实现,相当于给城市装上大脑,使城市能够通过数据分析,了解城市现状、发现城市问题、探寻城市运营机制、预测城市未来、生成问题解决方案。最后是应对的实现,相当于给城市装上手脚,使城市能够自主解决城市问题,迅速、灵活、准确地对城市进行调控。智慧城市的实现,3个特征缺一不可:感知是先行,感知到数据是实现分析和应对的源泉;分析是核心,感知的数据必须通过分析才能发挥作用,而应对也是基于分析出的应对方案来开展调控;应对是智慧城市的理想目标,理想中的智慧城市可以像人一样独立自主地解决城市问题。

1.2 当前的智慧实现情况

针对智慧的3个特征,我们从3个方面来分析当前我国智慧城市中“智慧”的实现情况。

在感知层面,我国很多城市已经建起了大量设备,并收集到了大量数据,能够初步实现感知的功能。然而,智慧城市建设中还是广泛存在

“数据孤岛”、“信息孤岛”等问题。对此国家也要求“加强市政设施运行管理、交通管理、环境管理、应急管理等城市管理数字化平台建设和功能整合,建设综合性城市管理数据库”^[6]。因此,当前感知层面的难点和未来的重点在于数据整合共享。

在分析层面,现状智慧城市中已使用的分析工具数量较少,也不能很好地满足智慧城市的分析需要,主要体现在3点:其一,城市作为复杂巨系统,所产生的数据数量多、频率高,现有的分析工具难以高效、实时地分析这些数据;其二,现状分析工具缺乏对城市运作机制的分析与理解,导致数据分析浮于表面,不能抓住问题关键;其三,现状分析工具缺少决策支持能力,目前的分析主要停留于对现状的测度评价,无法指导方案制定和选择,决策者往往仍然需要根据经验制定方案。因此,中国的智慧城市建设在智慧分析层面,还处于起步阶段。

在应对层面,我国的实践尚处于萌芽阶段。目前能实现的如:智能红绿灯系统可以根据道路交通流量和行人数量,自动调节红绿灯的信号,以减少停车次数和延误时间。但是目前城市中类似的应对还非常少,因为应对的实现需要城市达到更高的智慧程度,十分依赖分析的支撑。而当前城市中还没有建立起成熟的分析技术体系,应对也就难以实现。

综上,当前阶段,感知已初步实现,分析才刚刚起步,而应对还在待开发阶段。智慧城市建设要想更进一步发展,给它装上一个智慧的“大脑”是关键。

2 智慧城市的大脑——智慧模型

智慧城市的大脑必须综合运用测度、评价、预测、模拟、决策等多种类型、不同侧重点的方法和模型,才能满足智慧城市多方面、多层次分析的需要。我们将这些能满足智慧城市分析需求的模型、工具、方法的集合称为智慧模型。正是这些模型的应用,使得城市的运转更加智慧。智慧模型的来源广泛,包括智慧城市中正在使用以及可能使用的各种数学模型和大数据分析等新技术方法。

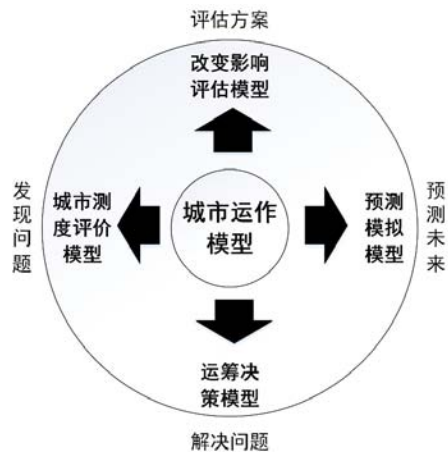


图1 5类智慧模型
资料来源:作者自绘。

2.1 智慧模型的类型

智慧模型种类数量众多,为方便智慧城市应用智慧模型,本文从智慧城市的需求出发,按照智慧模型不同的作用,将其分为5类(图1)。5类模型共同作用,可以应用于智慧城市中从问题发掘到问题解决的全过程。

(1) 城市测度评价模型

城市测度评价模型通过一系列精炼的指标、图示或特征类别来反映城市当前的各种状态,如交通流量现状、医疗教育设施分布现状等。该类模型具体包括协调度分析、多准则评价等多种量化评估方法。运用该类模型可以监测、评估城市运行状态,从而即时发现城市问题。

(2) 城市预测和模拟模型

城市预测和模拟模型可以基于现有发展条件或者特定政策情景来预测或模拟城市未来的改变。具体可采用时间序列分析、回归分析等统计分析方法、系统动力学方法和元胞自动机、多主体系统等现代计算方法。运用该类模型在一定程度上可以对城市未来的人口分布、交通分布、公共服务需求量等情况进行预测,辅助发现城市问题,合理制定策略以应对未来变化。

(3) 运筹和决策模型

运筹和决策模型主要用于问题解决方案的生成。运筹决策模型包括运筹学、单目标决策、博弈论等多种方法。运用该类模型一方面更加科学,可以更准确地找到相对最优的解决方案;

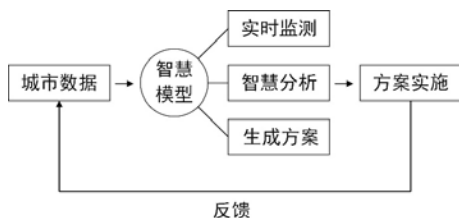


图2 智慧模型的作用
资料来源：作者自绘。

另一方面更加迅速，可以大大加快问题的解决速度和响应速度。

(4) 城市改变影响评估模型

城市改变影响评估模型主要用于评估不同的城市问题解决方案对经济、社会、交通、生态、物质空间环境等产生的影响。所采用的方法主要有数理统计法、应用模型法、仿真法等。城市改变影响评估模型的评价结果为人们选择最优问题解决方案提供了科学依据。

(5) 城市运作模型

城市运作模型可以解析城市构成要素之间的相互联系和相互作用关系以及城市现象的成因，成果表现为反映城市运作机制的数学模型或者规则。该类模型内涵广泛，包括元胞自动机、重力模型等多种模型。城市运作模型是上述4类模型的基础，是发现城市问题、合理运筹决策的科学保障。

2.2 智慧模型的作用

上述5类智慧模型不是孤立地发挥作用，而是协调配合着共同解决城市中的问题或提供更智能的城市服务。例如，智慧城市在实时监控过程中，利用测度评价模型发现了某个异常现象或城市问题，就可能马上从运作模型库中寻找、匹配可以合理解释该现象或问题的运作模型，并进行标定，作为后续分析的基础；然后运用预测模型模拟问题的演化趋势；接下来通过运筹决策模型生成多个方案，并通过改变影响评估模型对这些方案进行综合评估，从中挑选出最优方案进行实施；在方案实施过程中，智慧城市还会通过测评模型，监测城市运行状况，评估问题的解决情况，继续“发现问题——解决问题”的过程。如此形成一个智慧的循环（图

2），不停循环往复，保证城市的健康运行。

3 智慧模型在智慧城市中的应用

为了具体说明5类智慧模型在智慧城市运行中如何协调配合、共同发挥作用，下文选取智慧城市中的6个关键子系统：智慧管治、智慧产业、智慧交通、智慧基础设施、智慧环境、智慧生活，结合具体场景，详细展现智慧模型在其中的应用。

3.1 智慧模型与智慧管治

智慧管治是应用移动互联网、物联网、云计算、大数据等现代技术手段构建的统一的城市管理与服务平台^[7]。智慧管治强调管治主体多元化、管治形式合作化和管治过程协商化的政府、企业和公众三位一体的管治体系。它涵盖了城市的市政管理、公共安全管理、公共设施管理、社会生活管理等多个领域。

以公共服务设施管理为例，政府和市民可以应用智慧模型分析现状公共服务设施的数量、分布和使用情况等数据，测评公共服务可达性、居民满意度等指标（亦即测度评价模型），发现当前公共服务设施存在的问题；然后通过相关性分析判定公共服务布局与居民满意度之间的关系（亦即城市运作模型）；根据分析结果，可以构建起公共服务选址模型、公共服务分配模型（亦即运筹决策模型），进而构建出确保居民满意的公共服务设施布局方案（包括公共服务设施位置、等级和数量的安排）。最后政府和市民还可以运用改变影响评估模型来评估这些方案的综合效益，以此为标准来选择最优方案。通过智慧模型将居民需求与公共服务设施布局对接起来，实现了自上而下与自下而上相结合的管理。

在智慧管治中智慧模型以社会管治问题为导向，不停地分析城市数据，发现城市问题，并迅速制定解决方案反馈给城市管理者，帮助解决城市问题。整个分析决策过程中，不同类型的智慧模型分工协作，共同提升城市管治的科学性和高效性。

3.2 智慧模型与智慧产业

智慧产业一方面指新一代信息技术催生的云计算产业、RFID产业、传感器产业等高新技术产业，另一方面也指工业、服务业、农业等传统产业的智慧化，包括智慧物流、智慧零售等。智慧模型在智慧产业中，一方面可以帮助政府制定城市产业规划，一方面可以帮助企业自身制定企业发展规划。

以产业规划为例，运用智慧模型，政府对城市的产业体系、产业规模、产业空间布局等数据进行分析，测评城市产业发展现状，挖掘产业发展问题（亦即测度评价模型）；然后可以对影响城市产业发展的影响因素如产业链、产业联系等进行分析，并总结其影响机制（亦即城市运作模型）；根据解析的机制，可以预测城市未来的产业发展状况（亦即预测模拟模型）；综合这些分析预测结果，可以运用模型生成多种产业规划方案：包括产业发展方案、产业转型升级方案、产业布局优化方案等（亦即运筹决策模型）；最后还可以建立指标体系，评估不同方案的综合效益，包括经济效益、环保效益等多个方面（亦即改变影响评估模型）。根据评估结果，政府可以挑选出最优的产业规划方案。产业规划实施后，政府可以继续应用模型，对反馈的产业数据进行分析，实现对城市产业的动态监控，实时调整产业规划。

在智慧产业中，政府应用智慧模型可以在分析了解市场现状的基础上，选择正确的产业发展方向，全面地整合产业资源，优化产业结构，从而科学地实现对城市产业的宏观调控；企业运用智慧模型可以根据市场状况快速反应，制定正确的产业发展策略，从而在市场竞争中占据主导权。智慧模型可以帮助城市产业更加健康平稳地发展。

3.3 智慧模型与智慧交通

智慧交通指的是城市交通系统应用物联网、大数据分析为代表的智能传感技术、信息网络技术、通信传输技术和数据处理技术等多种技术，以期解决交通拥堵、能源消耗、环境污染等问题，实现交通智慧化的过程^[8]。

以共享单车投放优化为例，决策者运用智

慧模型可以分析共享单车的时空分布数据,通过单车使用率等指标来判断共享单车在各个停车点的投放数量是否合理(亦即测度评价模型);然后可以分析数据,了解居民使用共享单车的行为习惯(亦即城市运作模型);根据居民使用单车的习惯,可以预测城市共享单车的适宜投放地点及数量(亦即预测模拟模型);综合预测结果,智慧模型可以生成多种单车投放方案(亦即运筹决策模型);最后,决策者可以构建指标体系,对这些方案的综合效益做出评估,根据评估结果选择最优的单车投放方案(亦即改变影响评估模型)。

智慧模型应用在智慧交通中,一方面可以协助政府科学规划交通设施,管理交通运行,缓解交通拥堵问题;另一方面还可以为运输公司和市民提供出行服务,保证其出行的环保、便捷、安全、高效、可视、可预测,提高其出行品质。智慧模型在智慧交通中的应用相对成熟,高德地图、百度地图等公司已经可以通过对城市交通运行状况的分析,为居民提供行车路线建议,这正是应用智慧模型进行智慧分析的一种体现。

3.4 智慧模型与智慧基础设施

智慧基础设施包括新一代信息网络设施及经过智能化转型的城市基础设施⁹⁾。其中信息网络设施包括宽带网络、通信网、物联网等;城市基础设施智能化转型指水、电、气、热管网及道路桥梁等设施的智能化建设。

以智慧供电为例,管理者应用智慧模型可以分析供电数据,迅速发现问题,实时监管供电设施。具体来说,管理者可以通过智慧模型来分析城市中电力设施、用电终端的能源生产使用情况,测评设施现状,发现供电不足或供电浪费等供电问题(亦即测度评价模型);然后分析城市用电量的影响因素和影响机制(亦即城市运作模型),预测城市各地区未来用电量情况(亦即预测模拟模型);根据分析预测结果,可以模拟保证居民需求的储能供能设施规划布局方案(亦即运筹决策模型),从而精准匹配能源消费需求,科学合理调配资源,解决供电不足或资源浪费问题。最后还可以评估供电方案的经济成

本和可行性,作为管理者挑选方案的依据(亦即改变影响评估模型)。

智慧模型应用在智慧基础设施中,不仅能够通过实时的数据分析,发现城市基础设施运行中的问题,并迅速生成解决方案;还可以帮助人们在分析设施使用现状的基础上,科学规划设施布局,全面提升基础设施的服务质量和运营效率。

3.5 智慧模型与智慧环境

智慧环境强调运用传感器、智能卡、RFID、识别码和摄像头等感知设备来采集和捕获环境信息,然后分析感知信息,发现环境问题并迅速反应,如此实现环境监管的智能化。智慧环境涵盖了城市的生态保护、污染防治等多个领域。

以大气污染防治为例,智慧模型可以协助管理者分析大气污染成因,制定大气污染防治方案。对于收集到的大气污染相关数据(PM2.5数据、工厂位置数据、道路汽车通行量等),管理者可以运用智慧模型清洗加工数据,提取出能测评地区大气污染严重度、工厂废气量、汽车尾气排放量的指标(亦即测度评价模型);然后对这些指标数据进行相关性分析,分析判断不同地区造成大气污染的主要因素(亦即城市运作模型);根据分析的大气污染成因,可以构建模型,生成多套大气污染防治方案供人挑选(亦即运筹决策模型);对于这些方案,可以采用指标体系法构建指标体系,评价其综合社会效益,便于管理者挑选最优方案(亦即改变影响评估模型)。

在智慧环境中,智慧模型可以实时分析获取到的环境数据,结合GIS系统,进行环境影响评估,发现环境问题,自动生成解决方案并评估,实现对环境质量和污染排放的智慧监测、预警和管理¹⁰⁾。

3.6 智慧模型与智慧生活

智慧生活强调通过收集分析生活相关数据,为居民提供智能的生活服务,使居民的生活更加便捷。智慧生活包括智慧医疗、智慧教育、智慧旅游等多个领域。

以智慧旅游为例。智慧模型可以分析旅游

相关数据(手机APP订单信息、用户旅行项目轨迹、景区的实时游客人数等),梳理数据,整理不同景区的旅游人数变化情况(亦即测度评价模型);分析得到居民旅游习惯和景点游客数时空变化规律(亦即城市运作模型);据此预测未来景点游客数目变化情况(亦即预测模拟模型),为居民推荐旅游路线,保证居民旅游时避开游客高峰;甚至可以综合景点附近的交通、住宿数据,为居民提供涵盖交通方式选择、旅馆选择的旅游规划(亦即运筹决策模型)。

在智慧生活中,智慧模型以满足居民的生活需求为导向,对居民的生活行为、情感表达等数据进行分析,快速实时地为居民提供问题解决和生活规划。智慧模型甚至可以在居民行动之前发现问题并解决问题,最终实现“思人所思,想人所想,做人所做”。

4 结语

经过多年的建设与探索,智慧城市已经初步建立起多种数据采集渠道,并逐步解决了“信息孤岛”、“行业孤岛”等问题,其工作重心正在从数据管理转向数据分析。而智慧的分析需要智慧的模型,通过计算分析来发现城市问题、解析成因、提供解决方案。从这个作用来看,智慧模型就相当于智慧城市的大脑,是智慧城市建设的关键所在。为此,本文针对智慧模型,解析了它的概念、特征,将其分为5大类型,初步构建出了智慧模型的框架,并结合实例介绍了其在智慧城市6个子系统中的应用。该成果可以从理论和方法论层面指导智慧城市构建自己的“大脑”,从根本上提升城市的智慧程度。

尽管如此,智慧模型的研究才刚刚开始,存在大量工作要做:一方面,现成的智慧模型尚为数不多,需要众多专家学者一起来针对智慧城市建设的需求进行研究开发;另一方面,智慧模型要能集成到智慧城市系统中,系统地发挥作用,还有大量的开发工作。总之,智慧模型的体系充实和付诸实践,尚需学者和从业者的深入研究和长期不懈努力。■