



城市大脑的逻辑模型

中关村科学城城市大脑股份有限公司董事长、教授级高级工程师 柳进军

【摘要】近年来，在人工智能、云计算、大数据、区块链等新技术发展以及国家新基建等政策的双重推动下，各地政府普遍将“城市大脑”建设纳入了城市发展建设计划，“城市大脑”相关的实践活动也在蓬勃开展，“城市大脑”已经成为了城市发展和科技创新领域的新热点。然而，学术界、产业界对有关“城市大脑”的诸多问题尚未达成共识，亟待研究探讨。从智能的视角出发，城市大脑是城市智能的载体，建设城市大脑可提高城市治理的效率与效果。城市大脑具有动态演进特征，可自学习、自优化、自生长，其逻辑模型包括识别处理组件、逻辑计算组件、知识图谱组件、时空构建组件和指令输出组件等构成要素。

【关键词】城市大脑 逻辑模型 城市治理 产业发展 科技创新 城市智能

【中图分类号】D51

【文献标识码】A

【DOI】10.16619/j.cnki.rmltxsqy.2021.09.003

引言

从IBM首席执行官彭明盛于2009年首次提出“智慧地球”的概念后，“智慧城市”的建设在世界范围内如火如荼地展开，全球数以千计的城市开展了“智慧城市”项目，在中国，也有数百个城市、地区相继建设了“智慧城市”^[1]。

城市大脑属于智慧城市的“子赛道”和新兴领域，但是，对城市大脑的理论认识，目前尚未达到高度一致。与各地积极开展的城市大脑实践相比，国内城市大脑的理论发展相对滞后，学术界、产业界关于什么是城市大脑的意见尚未统一，对于城市大脑的内涵、外延，如何科学地建设城市大脑等问题，尚存分歧。譬如，有专家将城市大脑定义为类脑智能复杂巨系统或城市智慧中枢，也有专家将城市大脑视作一个综合物联网、大数据、云计算、人工智能的共性技术载体，还有专家认为城市大脑是通过人工智能系统对城市各个部分进行管理和控制的信息系统与城市新型基础设施。

在城市大脑产业实践百花齐放的发展局面之下，随着城市大脑向深度、高阶发展，无法回避的一个问题就是：国内先行、先试城市按照不同的指导思想、顶层设计以及技术框架展开建设工作时，城市大脑的理论研究应当如何从实践中总结升华并且进一步指导实践，以实现不同城市、不同国家城市大脑建

柳进军，教授级高级工程师，中关村科学城城市大脑股份有限公司董事长、中关村创新研修学院院长。研究方向为电子政务、智慧政府、智慧城市、城市大脑。主要著作有《中关村“创客军团”》（合编）、《城市智能和城市大脑概念机》（论文）、《城市大脑——重新定义城市，塑造未来产业》（论文）等。

设的共性和个性协同，并在未来实现跨地域的城市大脑互联互通。

本文从智能这一基础概念的本源出发，基于对生物智能、非生物智能、宇宙智能、信息智能、社会智能等的总结与比较，阐述智能的不同表现形式，引出城市智能的概念。进而结合城市智能，提出城市大脑的定义，并通过城市大脑的逻辑模型说明城市大脑的组成部分、组件及其联动机制。同时，通过海淀城市大脑的实践案例说明城市大脑在城市转型发展中所发挥的重要作用。

理论回顾和文献综述

智能的研究成果概述。根据辞海的定义，智能是智慧和才能的总称。目前一般认为智能是知识和智力的总和，知识是智能的基础，智力是指获取和运用知识求解的实践活动和能力，二者具体表现形式是智商和能商。

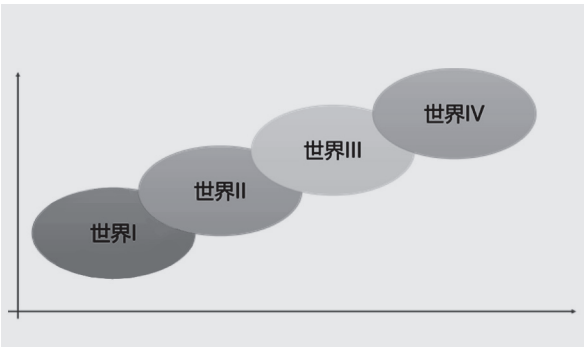
智能有多种表现形式：（1）生物智能和非生物智能。阿里巴巴发布的《解构与重组：开启智能经济》报告指出，人类通过对自然界的观察、反复实验迭代与科学的逻辑思维，推动了手工业的出现及发展，并促进了工业革命的发生，石油的发现与电力的发明深刻地改变着世界，可以将其称为世界I；而占卜、宗教等是生物智能形成的形而上的世界，可以称为世界II；计算机、互联网、5G、物联网、人工智能等新兴技术均属于非生物智能范畴，可以称为世界III；非生物智能和生物智能的互动在未来也会发生，可以将之称为世界IV（如图1所示）。

生物智能与非生物智能有显著区别，生物智能需要极长时间进行进化。例如，动物进化出智能需要亿万年。研究发现，生物智能的最大特点是，在生物大脑中，数据的传输和数据的处理可以同步，由神经突触和神经元协同完成。在同样的时空条件下，生物大脑能通过分布式的神经系统，实现数据的交换和数据的处理，而生物大脑

记忆的信息只保留关键的、精华的数据。

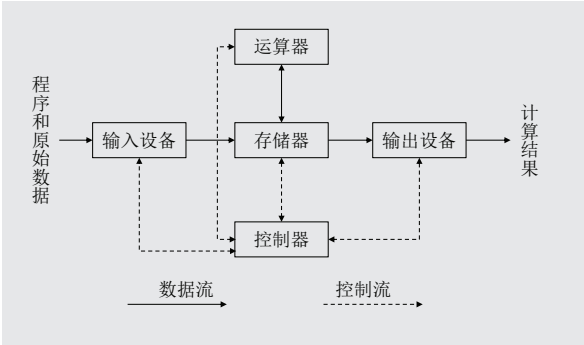
与生物智能相比，非生物智能有如下特点：其一，非生物智能的进化很快，不依赖于生物繁衍、基因突变、基因组合。非生物智能是以人工智能和人机交互为基础，将基础设施、能源和计算结合之后，驱动智能向更高级的方向进化、发展。其二，非生物智能虽然比生物智能计算得快，但不会产生类人的情感、情绪等生物特征。其三，非生物智能的记忆能力超强，不但可以记住精华，也可以记住细节。以计算机为代表的非生物智能的第四个特点是，数据的传输与数据的处理无法同步进行。数据不是为了存储而存储，而是为了在需要时能够被快速提取，存储的作用是提升数据处理的有效性。冯·诺依曼结构体系是图灵机理论模型的具体实现，其核心特征之一是运算单元和存储单元的分离，两者由数据总线连接（如图2所示）。

图1 四个世界示意图



注：作者自制

图2 冯·诺伊曼结构体系示意图



注：作者自制



(2) 宇宙智能和信息智能。《宇宙的智慧和》一书中提到,宇宙旧有的概念是基于牛顿经典力学三大定律建立的,但是还不够全面,宇宙不是按照机械学定律运行的相分离的微小物质的集合,宇宙当中的物质具有普遍联系,是一个具有内在联系的统一系统。这个系统经过亿万年的演化,已经是一个智能体,具备极大的复杂性,具备了自身的智慧。数学家欧拉曾提出:“宇宙的结构是最完善的,是最明智的上帝的创造。”

另外一方面,基于信息论的观点认为,宇宙、城市都处于熵增的过程。随着城市规模的扩大,城市会变得越来越无序,管理城市会变得越来越复杂。建设城市大脑就是为了提高城市治理的效率和效果,加速城市熵减的进程。

(3) 社会智能。戴汝为在《社会智能科学》中指出,社会智能是一门跨越思维科学、认知科学、智能科学及智能信息处理等领域的综合性科学。他在系统复杂性研究中,将人工智能技术与知识工程方法引入其中,运用先进的信息与互联网技术构建了一套“人-机结合综合集成研讨厅体系”,在实践的基础上,进一步形成了人-机结合的智能信息处理理论。该体系依托信息网络空间推出支持宏观经济决策的可操作平台,成为智能信息处理的有力支持系统。

城市大脑的研究成果概述。从智慧城市演化角度,Andrea Caragliu与李重照等^[2]提出城市大脑是“智慧城市”的核心,是实现智慧城市“智能化”“互联化”和“感知化”的重要手段。学者指出,智慧城市运用一种更为智慧的方法,通过城市大脑来改变公司、社区或政府与人们交互的方式,以提高交互的明确性、高效性与灵活性,但他们并未给出城市大脑的清晰定义。

从仿生学角度,单勇、沈锡权等^[3]认为城市大脑是具备类脑特征的城市新型基础设施,是具备城市中枢神经、城市感知神经、城市运动神经、城市神经纤维等城市级的类脑智能复杂巨系统,但是尚未考虑非生物智能和生物智能在情绪

方面的重大区别。

从模型衍化角度出发,中国科学院研究团队于2008年提出了“互联网大脑模型”,该模型指出,互联网正在从网状结构逐渐发展成为大脑结构,这一重大变化必将对产业、城市、科技、经济等诸多领域产生重大影响。^[4]2015年2月,中国科学院研究团队在《基于互联网大脑的智慧城市建设》一文中提出了城市大脑的概念,即“城市大脑是城市建设伴随着21世纪互联网架构的类脑化过程,在此过程中城市逐步形成自己的中枢神经(云计算)、感觉神经(物联网)、运动神经(工业4.0、工业互联网)、神经末梢发育(边缘计算)、城市智慧的产生与应用(大数据与人工智能)、城市神经纤维(5G、光纤、卫星等通信技术)”。中国管理科学学会于2017年发布的科学蓝皮书和中国科学院研究团队在2018年IEEE国际会议会议论文中进一步阐述了城市大脑的建设框架,重点提出城市大脑是一个聚合机器云智能与人类群体智慧的类脑智能复杂巨系统的理念,并构建了城市智商的评价标准,该标准通过对城市神经元网络和城市云反射弧的成熟度的考察评估一个城市的城市智商。肖家立等^[5]提出城市大脑的概念从“互联网大脑”衍生而来,通过对互联网大脑模型框架的分析将城市大脑定义为基于互联网大脑模型的类脑城市架构,但是对于互联网大脑与城市大脑并未给出明确的区分。

从信息系统的角度出发,王波等^[6]将智慧城市中的城市大脑与信息系统相联系,提出城市大脑实际上可被看成一个复杂巨系统。城市大脑与信息系统既有区别又有联系。信息系统是由软件、硬件、网络、信息资源、用户等组成的系统,是以处理信息、数据为目的的一体化系统。城市大脑表现为信息系统,但是城市大脑的智能高于信息系统。城市大脑更多是为了获取、利用智能而存在的。

尽管相关学者在城市大脑、智能等方面进

行了一些研究探索，但城市大脑尚属新兴研究领域。经过考察分析，已有的城市大脑概念、定义是受到人脑智慧的启发，把城市大脑界定为高度拟人化的智能，但是本文认为，城市产生智能的路径与人类产生智能的路径不是完全相同的，这主要是因为人类是生物智能体，依靠“碳”基获取能量，地球上的生命物质基础都是以碳为骨架形成的，而城市产生智能既有城市自身智能的牵引，也有信息技术、人工智能等以“硅”基为基础的非生物智能的助推。

综上所述，城市大脑的产生依托于城市智能，城市智能是一类不同于生物智能的智能，城市大脑是城市智能的载体。本文接下来将明确定义城市智能，并基于城市智能给出城市大脑的概念定义和逻辑模型。

智能与城市智能的形成

智能的层次。经过研究，本文定义智能的两个层次分别为智能一级、智能二级，并认为图灵机理论模型属于智能一级，城市大脑属于智能二级。

智能一级处于智能层次的最底一层，是智能的基本能力，叫做智力。智能一级包括算法、算力和记忆，例如图灵机理论模型。

智能二级包括识别、时空关联、推理和运算，不但可以建立起时空概念，还可以建立起知识概念。智能二级的核心是学习能力，以识别、推理为基础。例如，通过视觉识别出水杯是实体，根据已经建立的关联关系进行推理，则水杯与喝水或刷牙的动作关联，形成了知识。学习能力是比算法、算力和记忆高一个层级的能力。城市大脑具备学习能力，因此，在分类上，城市大脑属于智能二级。

城市智能。城市作为社会因素与自然因素的综合体，在其演化的过程中，有着自身的规律。当城市规模比较小时，以人管理为主。随

着城市逐渐发展，城市的市民逐渐增多，道路、车辆也逐渐增多，城市的煤水电气需求和供给随之增加。

随着城市发展，为了对抗熵增，城市自发形成了一定的适应能力与调节能力。例如，道路上的车辆越来越多后，自然而然就需要引入交通信号灯、交通分流、增加行车限制，以便实现对交通秩序的控制。这种为了对抗无序状态而自发引入的本能适应，就是智慧城市的范畴，属于城市智能的一种，但是此时城市智能较弱。

当城市规模进一步扩大，城市容纳百万级别的人口，乃至发展成为千万人口的超大规模城市，城市之内的人、车、事、地、物、组织越来越多，交通拥堵、环境恶化、人口膨胀等“大城市病”接踵而至，城市变得越来越无序，从信息论的角度看，城市处于熵增的过程。此时，城市就需要新的控制系统、制约手段，以提高调节能力。

城市发展受到社会因素和自然因素双重影响。对抗城市无序的控制系统、制约手段越来越多，虽然使城市有了一定程度的智能控制，但其自身的互相干扰、互相制约甚至互相矛盾等问题也益发突出。城市要走向更加高层次的、统一且整体有序的状态，以支撑并且推动城市可持续发展，需要并由此产生了更高级的城市智能。城市智能是一种客观存在，符合城市发展的客观规律（包括社会规律、经济规律等城市运行规律），同时也会受到人为因素的影响。城市智能的发展依循提升城市效率和经济效益最大化的规律。

城市大脑的内涵、外延与逻辑模型

城市大脑是城市智能的载体。建设城市大脑就是为了提高城市治理的效率和效果，加速城市熵减的进程。通过建设城市大脑，汇聚城市运行数据，结合城市级知识图谱，经过人工智能分析和研判，可以有效地推动城市治理、产业发展和



科技创新，从而解决城市面临的诸多问题。

城市大脑的概念定义。城市大脑是城市智能的载体，是城市智能的发生器、输出器、连接器及操作系统的总合。其作用是综合利用人工智能、云计算、大数据、区块链等新一代信息技术，全面感知城市要素，基于城市全域时空数据资源和城市全域知识图谱，实现识别和逻辑判断，形成城市整体认知，对城市经济发展、社会治理、环境优化等各领域的城市应用进行连接、融合、协同和重构，输出高效的城市级运行管理智能解决方案，让城市更聪明。城市大脑不仅可以产生单一智能，还可以连接、汇聚、协同城市各行各业的智能，从而产生更加综合、更加高级的统合智能。城市大脑具备自学习、自优化、自演进的特征。城市大脑是城市治理体系和治理能力现代化的科技支撑，是引领城市数字经济发展的核心引擎。

城市大脑的表征维度。城市大脑可以从以下三个维度来表征和体现，即技术维度、经济维度和治理维度。第一，技术维度：城市大脑是综合利用人工智能、云计算、大数据、区块链等新一代信息技术，实现对城市治理和产业发展的全息感知、统筹调度、智能决策和精准服务的系统。第二，经济维度：城市大脑是城市信息化、数字化发展到高级阶段的必然产物，是实现全时、全域、全量数字资产运营，推动产业经济和社会经济高水平发展的重要抓手。第三，治理维度：城市大脑是融合汇集城市运行信息，支撑和引领城市可持续发展，具备自学习、自优化、自演进特征的城市级新型基础设施。

城市大脑的方法论。首先，本质理解上，城市大脑具有动态演进的特征。我们生活的城市是鲜活的，城市大脑也应当是随着城市发展不断成长的。城市大脑具备自我学习、自我修正、自我演进、自我生长的特质。城市大脑的建设不是一蹴而就的，而是一项长期持续、动态演进的过程。通过将人工智能引入城市治理的方方面面，

城市大脑能够实现感知、认知、分析、推演的持续循环，并使其自身持续地生长和演进，保持先进性和前瞻性。

其次，建设理念上，政企合作是建设城市大脑的必然方式。重新思考企业和政府的关系意义深远。在以往信息化项目的建设，合作双方大多是一种单向的甲乙双方关系，而政企合作关系可以广泛调动各种科技创新企业，使其更加积极主动地共同为城市未来的发展谋划出力。政府侧通过对建设机制和运作模式的制定，激励引导企业侧共同参与、共同奉献、共同获益，同时依托城市大脑构建政企之间的新型生产关系，使各方共同促进产城融合发展。

再次，建设方法上，遵循“需求牵引，业务驱动”的基本原则。以往条块分割、单打独斗的智慧城市建设方式，是造成“数据孤岛”等问题的根本原因，无法适应城市大脑动态生长的要求。城市大脑因需而建、一城一策，需要与产业融合，与环境融合，因此需要根据地方的需求、发展做设计，进行场景化应用封装，满足城市个性化发展需求。

第四，体系架构上，城市大脑是可持续演进的开放平台。将互联网基因融入城市大脑建设，融合各类不断涌现的新技术、新算法、新应用，将城市大脑构建成开放式平台，使其能对未来不断演进的业务需求快速响应，以迭代式开发的思路完成持续升级，保持其鲜活的生命力。为城市治理体系提供支撑的同时，也为产业的转型升级和科技创新提供生长的土壤。

第五，在设计哲学上，需要制定满足未来城市发展的方法体系。城市大脑的顶层设计不追求静态的、大而全的方案制定，而是通过确立一系列规则，引导城市大脑真正实现动态生长。未来的城市发展充满不确定性，技术和产品也处于飞跃式发展，无论是谁都不可避免地在社会需求、业务场景、技术迭代乃至对未来的预测等方面，天然带有自身局限性。设计中有关规则、机制、

模式的设计，是为城市大脑的生长演进提供一套规律，是积极地应对未来的无限可能。

城市大脑的定位。城市大脑的定位主要有三方面内容。第一，城市大脑是智慧城市的神经中枢，是城市智慧化的重要载体和标志，是智慧城市发展到高级阶段的产物。第二，城市大脑是引领城市新基建的核心内容，是塑造经济社会数字化发展的灵魂。第三，城市大脑是对构建新型国家治理体系要求的实践响应，是城市治理能力提升和治理体系现代化的重要支撑，是城市产业转型升级的重要引擎，是城市创新发展的重要平台。

城市大脑的逻辑模型。城市大脑逻辑模型的构成要素包括：识别处理组件、逻辑计算组件、知识图谱组件、时空构建组件和指令输出组件（如图3所示）。

1.识别处理组件（Identify Processing Unit, IPU）。城市大脑通过结合完善的数据治理方法论，构建出一整套通用大数据工具——识别处理组件，从而以更加安全、可靠、灵活、便捷的方

式支撑政府、企事业单位多源异构数据的融合、实践与应用。识别处理组件把海量结构化、非结构化、半结构化数据处理技术和国内外主流大数据架构进行有效结合与集成，并结合政府和企事业单位在数据采集、计算存储、数据治理、分析挖掘、可视化应用等方面的具体需求，开发出针对经营数据、物联网数据、社会化数据等全生命周期数据治理的服务。

2.逻辑计算组件（Intelligent Judgment Unit, IJU）。逻辑计算组件是城市大脑的智能决策中枢，是人工智能的技术应用基础设施平台，能够支撑城市大脑未来的各种应用，同时也是推动城市产业发展的产业创新中心。

依托于异构算力集群，逻辑计算组件统一调度、协同工作，向上层应用提供平等开放的人工智能分析和机器学习算法服务，并通过数据积累、生态链建设、算法自学习，丰富算法 / 模型库，支撑应用的成长、扩充。同时，通过系统接口与城市大数据资源平台关联，并与相关部门系

图3 城市大脑逻辑模型



注：作者自制



统实现数据交换与共享,向城市各委、办、局以及街镇用户提供服务。

逻辑计算组件能够有效支撑城市大脑上层业务应用的智能分析功能,针对城市管理、城市交通、人口监测、生态环保、公共安全等领域的问题,对城市大脑接入的文本、图片、语音、视频等数据进行智能分析处理,为城市大脑各类应用提供预测、预警等人工智能算法分析服务,以此发现城市潜在的运行规律,并为城市提供全局协同的决策支持服务,为城市大脑建设以及全面促进智慧城市的稳定发展提供有力支撑。

3.知识图谱组件(Knowledge Base Unit, KBU)。城市信息涉及基础设施、交通出行、医疗服务、公共安全、教育服务、生产制造等与公众生活相关的各个方面,具有高维度、异构性、多样性、稀疏性和海量性等特征。整合上述城市运行核心系统的各项关键数据是城市大脑必须面临和解决的问题,知识图谱具备对海量高维复杂数据的强大处理能力,能很好地为该问题提供解决方案。知识图谱所运用的知识融合技术利用知识建模和知识计算,可将散布在城市各个角落的数据连接起来,可对大量数据进行动态分析和整合,以完成对城市进行全域即时分析、指挥、调度和管理,从而实现对城市的精准分析、整体研判与协同指挥。

4.时空构建组件(Time Space Unit, TSU)。基于统一的时空基准,以位置服务、时空融合、数据挖掘为核心,实时汇聚、融合、统筹二三维基础地理空间、物联网、政务、社会信息、专题信息、态势感知、遥感影像等各种城市时空数据,搭建城市全域时空资源库,形成集“采集、治理、融合、服务、分析及应用”为一体的时空数据持续生产和共享服务体系。采用数字孪生、第五代新测绘技术、大数据、人工智能、物联网、云计算等信息技术,构建地上地下、室内室外、宏观微观、虚实相辅、动静一体化的城市运行全貌图。赋予城市以状态感知、实时分析、智能决

策、精准执行、虚实互动的能力,实现各类时空资源的一图可查、一图比对、一图共享、一图管理、一图分析,形成城市大脑数字孪生底座。

5.指令输出组件(Instruction Output Unit, IOU)。指令输出组件秉承以信息流为核心,聚焦指挥和运营两大核心能力的设计理念,以智能化的科技手段使操作更加便捷,打造领导指挥调度的驾驶舱、部门协同会商的参谋部、街镇吹哨报到的调度室、城市平稳运行的中控台,助力推进治理体系的重构与治理能力的提升。

这5个构成要素之间存在协同关系。识别处理组件是其他各组件的基础设施,通过识别处理组件向其他组件提供城市数据。逻辑计算组件依据识别处理组件采集的数据进行分析和研判,支撑其他组件有效运行。知识图谱组件、时空构建组件基于识别处理组件采集的数据和逻辑计算组件分析的结果,搭建城市全域时空数据库,为指令输出组件提供服务。知识图谱组件通过知识融合和建模,打造城市级知识体系,为指令输出组件及时空构建组件提供支撑。指令输出组件以指挥和运营为核心功能,提升城市治理的现代化水平。

上述5大模块协同进化,融合发展,完成了自学习、自优化、自演进的过程,进而产生了城市智能。以海淀城市大脑项目中的重点车辆治理为例,城市大脑依托对城市道路的感知以及一些基础知识,识别渣土车的位置及其违法行为,当确认其有违法行为后,依托对道路的认识判断其路线,同时依托原有的处理经验判断需要哪些部门到场执法,而当问题处理完毕后,不论城市大脑判断正确与否,执法人员都会将路线判别和联合执法的情况反馈给城市大脑,城市大脑再依据这些反馈进一步修改既定的判断规则。

城市大脑的实证分析——海淀城市大脑

海淀城市大脑是北京市海淀区立足首都“四

个中心”“两区三平台”战略定位，贯彻海淀“两新两高”战略部署的重要抓手和龙头工程。同时，海淀城市大脑建设成果得到北京市市委、市政府充分肯定。北京市大数据工作推进小组在《北京大数据行动计划2020年重点工作任务》中明确指出，要在全市推广海淀城市大脑建设模式。

在具体建设过程中，海淀城市大脑通过搭建海淀城市大脑基础平台，包括一张城市时空底图、一个城市知识图谱、一个城市指挥中心（Intelligent Operation Command Center, IOCC）、两个中心（大数据中心、AI计算中心），支撑城市治理、产业发展应用。

在城市治理方面，城市大脑通过接口、数据、资源对接，打造“三融五跨”的55个城市大脑业务场景应用，涵盖城市管理、公共安全、生态环保、城市交通、应急指挥、金融、能源等领域，每日处理大量数据。例如，截至2021年5月海定时空一张图项目收集到17万幢建筑物信息；AI计算中心每天处理100万张过车图；IOCC数据超过6000万条；北京市健康宝累计查询处理数据50亿次。在“渣土车治理”场景中，平台集结7个政府部门、14家高科技企业，打破渣土车治理业务、流程、数据、系统的“烟囱”“壁垒”“孤岛”，形成更精准、更高效的执法新模式，对渣土车违法行为初步实现看得清、逮得着、罚得了、管得住。在疫情防控场景中，城市大脑疫情防控平台的建设发挥了重大作用，可对重点人员进行6类信息的采集，并快速统计分析主要来源地、活动轨迹。疫情期间，疫情防控平台实现对全区617个社区（村）信息实时掌控，为疫情防控提供有效支持。后续将建设公共卫生应急场景，实现公共卫生领域的监测预警。

在产业发展方面，城市大脑通过运营方式、管理方式、产业方式、资源匹配方式等支撑产业形成、转型升级和竞争力提升。首先，以新场景助力初创科技企业加快成果产业化转化。在水环境治理场景中，芯视界公司量子点光谱传感芯片

技术走出实验室，在南沙河布设了29套“零接触式”监测点位，实现了在海淀创新示范、在全市推广应用，二期更是布设了100多个监测点位，目前其成果已应用到外地省市。其次，以新契机助力传统科技企业加快转型升级。一直致力于传统教育信息化的竞业达公司成功转型为人工智能物联网企业，其新产品在杭州、上海得到了推广应用。再次，以新平台助力领军企业提升在前沿技术领域的国际竞争力和话语权。百度“飞桨”平台在全面支撑海淀城市大脑人工智能场景应用过程中，取得了深度学习框架平台在自主可控、安全可靠、应用生态等方面的新进展。最后，推动国产芯片和算法适配应用，初步实现人工智能芯片算力资源的80%国产化率和自主可控；后续将逐步升级各领域算法模型，采取高度自动化模式，形成面向未来的动态演进、可生长的技术平台。

结论与展望

本文的理论研究成果来源于结合理论对海淀城市大脑等多个城市大脑建设项目的真实案例进行总结、凝练与升华。本文通过对城市智能的概念研究，界定了城市大脑，进而构建了城市大脑的逻辑模型，阐明了城市大脑统筹引领城市治理、产业发展和科技创新的落地形式，说明了城市大脑是城市数字化转型升级的新引擎。

2021年1月19日，获得图灵奖的唯一华人科学家、中科院院士、清华大学交叉信息研究院院长姚期智先生在进行海淀城市大脑参观调研时指出，人类社会发展现阶段，由于信息技术、人工智能技术等的发展，城市大脑应运而生，未来将成为一门学科。以应用场景建设为出发点的城市大脑“海淀模式”值得研究和推广。同时，城市大脑有可能成为中国领跑世界的一个突破口。本文是一个开端，后续将围绕两方面展开研究，其一，城市大脑理论模型的数学证明过程，其二，城市大脑理论模型的应用实证分析。



注释

[1]柳进军：《城市智能与城市大脑概念机》，《中关村》，2021年第4期；柳进军：《城市大脑——重新定义城市，塑造未来产业》，《中关村》，2021年第2期；刘锋：《研究报告：城市大脑的起源、现状与未来趋势》，<https://wenku.baidu.com/view/ec2f9aa10408763231126edb6f1aff00bfd57059.html><https://pan.baidu.com/s/1YdDKx2MGMndwX9faIbDq7w>，2018年3月26日更新。

[2]Caragliu A.; Bo C. D.; Nijkamp P., "Smart Cities in Europe", *Journal of Urban Technology*, 2009, 18(0048)；李重照、刘淑华：《智慧城市：中国城市治理的新趋向》，《电子政务》，2011年第6期。

[3]单勇、阮重骏：《社会治理地图对综合治理体系的三重发展——以城市大脑为例》，《中国特色社会主义研究》，2021年第1期；沈锡权、魏一骏：《“城市大脑”刷新现代治理》，《半月谈》，2019年第10期；高文：《城市大脑的痛点与对策》，《智能系统学报》，2020年第4期。

[4]刘锋：《研究报告：城市大脑的起源、现状与未来趋势》，<https://wenku.baidu.com/view/ec2f9aa10408763231126edb>

[6f1aff00bfd57059.htmlhttps://pan.baidu.com/s/1YdDKx2MGMndwX9faIbDq7w](https://pan.baidu.com/s/1YdDKx2MGMndwX9faIbDq7w)，2018年3月26日更新。

[5]肖家立、黄泳豪、罗琳、蔡泳：《基于互联网大脑模型以珠海为核心的智慧城市群建设研究》，《无线互联科技》，2020年第20期；刘锋：《如何理解和定义城市大脑》，《中国建设信息化》，2020年第17期；Russell S.; Norvig P., *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, <http://aima.cs.berkeley.edu/>, 2020-12-12；“中国城市营商环境评价研究”课题组、李志军等：《中国城市营商环境评价的理论逻辑、比较分析及对策建议》，《管理世界》，2021年第5期。

[6]王波、张伟、张敬钦：《突发公共事件下智慧城市建设与城市治理转型》，《科技导报》，2021年第5期；邹凯、万震、曹丹、张东东：《智慧城市信息安全监管策略的演化博弈分析》，《现代情报》，2021年第3期。

参考文献

[匈] 欧文·拉兹洛，2020，《宇宙的智慧》，李永学译，北京：中国民主法治出版社。

戴汝为，2007，《社会智能科学》，上海交通大学出版社。

责编/桂琰

The Logical Model of City Brain

Liu Jinjun

Abstract: In recent years, due to the introduction of new technologies such as artificial intelligence, cloud computing, big data, blockchain as well as the national new infrastructure policy, local governments have generally included the "City Brain" program into their urban development and construction plan, and the relevant practical activities of "City Brain" are developed vigorously, becoming a new hot spot in the field of urban development and scientific and technological innovation. Although the practice of City Brain has produced many scientific and technological achievements and practical results, a consensus is yet to be reached among the academic and industrial circles on certain issues in the theoretical research of City Brain. There are still great differences in the concept and connotation of City Brain. This paper, starting from the generation of intelligence, combs the theories of biological intelligence and non-biological intelligence, universe intelligence and information intelligence, social intelligence and urban intelligence; elaborates the important role of "City Brain" in urban development; and further expounds the concept definition, representation dimension, function orientation and logical model of "City Brain". Through the practice of Haidian City Brain, this paper further explains the role of "City Brain" in the urban transformation and development, and provides reference for the practice of conducting "City Brain" programs and the formulation of relevant standards.

Keywords: City Brain, logical model, urban governance, industrial development, technological innovation, city intelligence