

城市大脑的新探索

刘锋^{1,2}

(1. 中国科学院虚拟经济与数据科学研究中心; 2. 天府大数据研究院)

【摘要】以互联网为核心的世界科技生态正在向类脑架构演化, 由此形成的互联网大脑模型与智慧城市的结合产生了城市大脑, 而世界范围城市大脑结合在一起将形成全球性的世界数字大脑系统。本文提出世界统一的数字神经元、人类智慧与人工智能形成的混合智能和跨机构、跨地区执行任务的云反射弧将是城市大脑建设的核心, 也称为城市大脑的1+2+N模式。通过对比互联网大脑模型和城市生命体理论的异同点, 本文对目前产业界8个城市大脑定义进行了分析, 提出城市大脑、世界数字大脑是智慧城市、智慧地球产生智慧的关键。

【关键词】城市大脑; 互联网大脑模型; 智慧城市; 数字神经元; 云反射弧; 混合智能; 人工智能

中图分类号: TP302.1; TP393

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2022.12.005

New Exploration of the City Brain

LIU Feng^{1,2}

(1. Research Center on Fictitious Economy and Data Science, the Chinese Academy of Sciences; 2. Tianfu Big Data International Strategy and Technology Research Institute)

【Abstract】The world science and technology ecology centered on the Internet is evolving to a brain-like architecture. The combination of Internet Brain Model and Smart Cities has produced City Brain, and the combination of the world-wide city brains will form World Wide Digital Brain. This paper proposes that the world's unified digital neurons, the hybrid intelligence formed by human intelligence and artificial intelligence, and the cloud reflex arc that performs tasks across institutions and regions will be the core of City Brain construction, also known as the 1+2+N model of City Brain. By comparing the similarities and differences between Internet Brain model and the theory of Urban Life Entity, it analyzes the current definitions of 8 urban brains in the industry, and proposes that City Brains and World Wide Digital Brain are important solutions for Smart City and Smart Earth to generate wisdom.

【Keywords】city brain; Internet Brain Model; smart city; digital neurons; cloud reflex arc; hybrid intelligence; artificial intelligence

1 城市大脑产生的背景

21 世纪的科技领域出现了很多新的概念和技术, 除了物联网、云计算、大数据、云机器人、区块链、数字孪生、元宇宙, 也出现了大量与脑相关的科技名词, 例如谷歌大脑、百度大脑、阿里 ET 大脑、城市大脑、世界数字大脑等^[1], 这些新的概念和技术引起产业界和学术界的思考, 如各种前沿科技之间有什么关系, 为什么在 IT 和智能产业中出现许多类脑概念?

研究表明, 以互联网为核心的技术正在从网状向类脑结构演化, 从而形成互联网大脑模型(见图 1), 这是导致世界科技生态发生如此变化的根源, 各种前沿科技可视为互联网大脑中各神经系统发育的产物, 例如云计算对应中枢神经系统; 物联网对应感觉神经系统; 云机器人对应运动神经系统; 边缘计算对应神经末梢; 大社交网络对应类脑神经网络; 移动通信和光纤技术对应神经纤维等^[2-4]。互联网大脑模型与科技企业结合产生了谷歌大脑、阿里 ET 大脑

等; 与产业结合形成了工业大脑、农业大脑等; 与智慧城市建设结合形成了城市大脑、世界数字大脑^[5-6]。

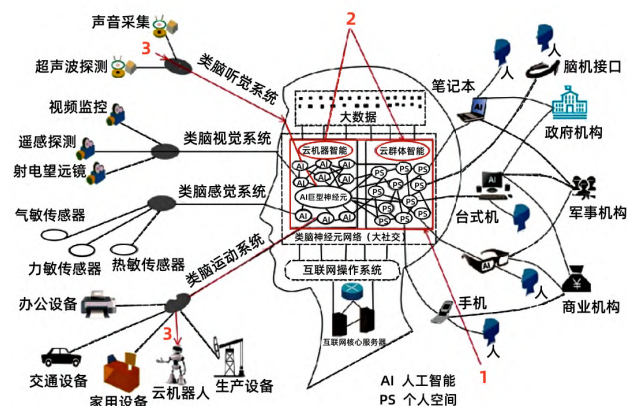


图1 互联网大脑模型发育图

2 基于互联网大脑模型的城市大脑定义

城市大脑正在成为我国智能产业和智慧城市的

新热点,近500个城市宣布建设“城市大脑”,阿里、华为、百度、腾讯、科大讯飞、360、滴滴、京东等数百家科技企业宣布进入城市大脑领域,提出自己的泛城市大脑建设计划^[7]。

然而作为一个新兴的前沿科技领域,不同企业、不同城市对城市大脑的理解并不相同,目前尚无统一的建设规范和标准,从而导致不同城市的大脑千差万别,互不连通^[8]。城市大脑不仅仅是工程问题,更是一个基础科学问题,要开展城市大脑建设和制定城市大脑的建设标准,就需要找到其背后的科学规律,明晰城市大脑的定义,形成坚实的理论 and 概念基础,避免产业发展出现方向性错误和由此导致的探索性成本过大,建设的系统隐忧过多等问题^[9]。

2015年以来基于互联网大脑模型,形成了城市大脑的定义如下:城市大脑是互联网大脑架构与智慧城市建设结合的产物,是城市级的类脑复杂智能巨系统。在人类智慧和机器智能的共同参与下,由物联网、大数据、人工智能、边缘计算、5G、云机器人和数字孪生等前沿技术的支撑,数字神经元网络和云反射弧将是城市大脑建设的重点,促进了城市各神经系统包括城市智能管理中枢、城市视觉神经、城市听觉神经、城市躯体感觉神经、城市运动神经、城市记忆、城市神经纤维等系统的成熟。城市大脑能提高城市的运行效率,解决城市运行中面临的复杂问题,更好地满足所覆盖人群的不同需求。城市大脑的发展目标不仅仅局限在一个城市或一个地区,当世界范围的城市大脑连接在一起,城市大脑最终将形成世界数字大脑,为人类协同发展提供一个类脑的智能支撑平台^[10-11]。

城市大脑定义中的数字神经元是指在应用层为城市大脑涉及的每一个人、物、系统、组织建立世界统一的程序单元(见图2),可根据需求进行连接、组合、交互,实现跨部门、跨行业、跨地区的互联互通。按照类脑的城市大脑框架,这些程序单元被称为城市大脑的数字神经元,众多数字神经元结合在一起就形成城市大脑的基础结构——数字神经网络^[11]。

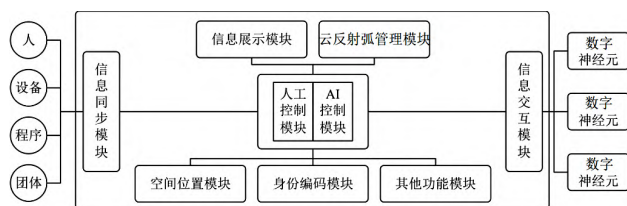


图2 数字神经元结构图

城市大脑定义的城市云反射弧是通过多种数字神经元的组合形成的技术链条,对应解决城市和人类社会的具体问题和具体需求(见图3)。与脑科学的反射弧相同,城市云反射弧包括感受器、传入神经、神经中枢、传出神经和效应器五个部分^[11]。

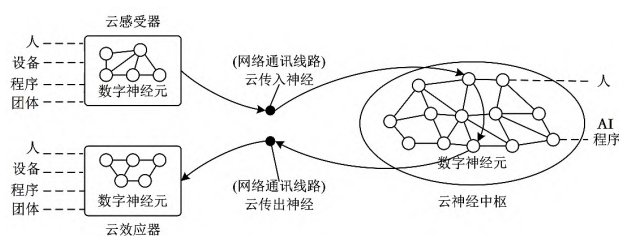


图3 云反射弧结构图

3 基于互联网大脑模型的城市大脑总体架构

互联网大脑模型有三个最重要的特点(见图1红线所示),它们分别是:①具有世界统一的类脑神经网络,实现万物互联;②人类群体智能和机器群体智能基于互联网大脑架构形成一种新的混合智能形态;③通过云反射弧机制实现信息的跨节点传递和数字神经元的协同工作^[12]。

根据这三个重要特征形成了城市大脑的1+2+N的建设模式,其中1是世界统一的数字神经网络,负责连通人、设备、程序和组织。为城市云反射弧提供统一的运转基础;2是人类智能与机器智能共同形成城市大脑的智能驱动力,同时要求人类智能权限要总体高于机器智能,N是N条云反射弧,对应解决解决城市和人类社会的各种问题,满足人类社会各成员的需求^[13]。在1+2+N的建设模式的基础上进一步形成城市大脑的总体建设架构见图4。它由五个功能层次组成:①问题与需求层;②云反射弧层;③神经网络层;④管理控制层;⑤技术支撑层^[13]。

其中图4上部右侧的云反射弧层、数字神经网络层是城市大脑的核心;问题与需求层是云反射弧层、神经网络层服务的对象;管理控制层、技术支撑层为云反射弧层、神经网络层和管理控制层的正常运转提供基础支撑。

架构的数字神经元和云反射弧机制具有世界统一的属性,图4的上部左侧体现在不同社区、乡镇、城市、省/地区和国家之间的互联互通,架构模型的左侧反映可跨城市、跨地区应用的特征。

图4的下半部体现了通过城市大脑的运转形成

智慧城市建设中的各神经系统的发育。如具有映射摄像头设备的大量数字神经元将构成城市大脑的视觉神经系统,映射声音设备的大量数字神经元将构成城市大脑的听觉神经系统,映射气敏、温敏设备的大量数字神经元将构成城市大脑的躯体神经系统,映射机器人、智能汽车、无人机、智能设备的大量数字神经元将构成城市大脑的运动神经系统,映射不同层级城市管理者和辅助决策 AI 系统的大量数字神经元将构成城市大脑的智能管理中枢。

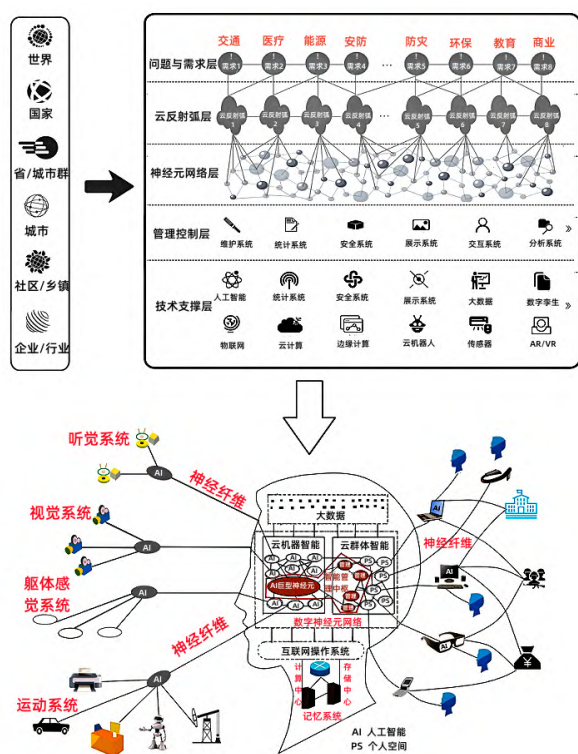


图4 城市大脑总体架构图

4 关于城市大脑的不同定义和理论基础分析

作为一个新生事物,城市大脑在学术界和产业界并没有形成统一的认知。很多城市和科技企业根据对城市大脑的不同理解,按照不同的技术框架开展建设,产生了各种城市大脑的定义(见表1)^[14]。

表1所列的城市大脑定义,可分为三类:第一种是以互联网大脑模型作为理论基础,提出以互联网为核心的科技生态从网状向类脑演化形成的互联网大脑模型是城市大脑产生和建设的基础;第二种是以城市生命体作为理论基础,提出城市是具有新陈代谢、自适应、应激性、生长发育和遗传变异等典型生命特征的复杂巨系统,城市大脑是城市生命体的

一部分;第三种是没有形成较为完整的理论体系,将城市大脑作为城市级的人工智能系统,或者人工智能中枢系统,但没有指出各种技术按什么架构实现。

互联网大脑模型的城市大脑定义中的“大”与大数据的“大”含义相同,是结构和覆盖范围庞大的城市级类脑系统,当世界范围的城市大脑通过互联网大脑架构连接在一起时,城市大脑最终将形成世界数字大脑。

在城市大脑的两个基础理论中,互联网大脑模型提出通过物联网,大数据,云计算、5G、区块链、云机器人构建城市的神经系统^[15],而在城市生命体理念中除了肌肉、血液、心脏、细胞等,也必然包括城市生命体的神经网络和大脑的构建,加拿大学者麦克卢汉提出新的电子媒介构建了人类社会的神经系统^[16],这说明要实现城市生命体的神经系统也必然要使用物联网,大数据,云计算、5G、区块链、云机器人等技术。因此,城市大脑的两个理论基础在为城市大脑做理论支撑时,内涵是一致的,但也存在区别。一个区别是,互联网大脑模型理论认为,互联网大脑是一个世界级的智能系统,城市大脑是互联网大脑的子集,在互联网大脑的整体框架下,城市大脑可以沿着省级大脑,国家大脑向世界数字大脑平滑演进。而城市生命体理论因为理论本身的边界问题,无法将城市大脑放在一个更广阔的空间内进行研究,也无法解决城市大脑向省级,国家和世界范围扩展的理论构建问题。另一区别是,互联网大脑模型提出了城市大脑不仅仅是人工智能系统,而是链接了人、机器和智能系统的庞大的类脑复杂智能巨系统,世界统一的数字神经元将人、机器和智能系统链接在一起,通过云反射弧机制将不同的数字神经元组合起来进行联合工作,可以在乡镇/社区、城市/省或国家世界范围内灵活地应对人类的需求和问题。目前基于城市生命体理论提出的城市大脑定义,认为城市大脑是城市的中枢神经或“大脑”,重点体现了城市大脑的管控功能,但没有提出如何灵活地跨地区、跨行业、跨部门解决问题的技术机制。

综上,我们认为相关研究者和项目实施者需要进一步解决城市大脑与城市管理神经中枢的关系。

5 城市大脑与智慧城市的关系

智慧是人类发现问题解决问题的能力,自2009年1月IBM公司首次提出“智慧地球”概念,由此延

表1 城市大脑的8个定义与来源

序号	城市大脑定义	来源
1	城市大脑是互联网大脑架构与智慧城市建设结合的产物,是城市级的类脑复杂智能巨系统,在人类智慧和机器智能的共同参与下,在物联网、大数据、人工智能、边缘计算、5G、云机器人和数字孪生等前沿技术的支撑下,数字神经网络和云反射弧将是城市大脑建设的重点。城市大脑的作用是提高城市的运行效率,解决城市运行中面临的复杂问题,更好地满足市民的不同需求。城市大脑的发展目标不仅仅局限在一个城市或一个地区,当世界范围的城市大脑连接在一起,城市大脑最终将形成世界数字大脑,为人类协同发展提供一个类脑的智能支撑平台。	《2021 城市大脑全球标准研究报告》
2	城市大脑(也叫城市智能中枢)是运用大数据、云计算、物联网、人工智能、区块链、数字孪生等技术,提升城市现代化治理能力和城市竞争力的新型基础设施,是推进城市数字化、智能化、智慧化的重要手段。通过对城市全域运行数据进行实时汇聚、监测、治理和分析,全面感知城市生命体征,辅助宏观决策指挥,预测预警重大事件,配置优化公共资源,保障城市安全有序运行,支撑政府、社会、经济数字化转型。在城市治理、应急管理、公共交通、生态环保、基层治理、城市服务等方面提供综合应用能力,实现整体智治、高效协同、科学决策,推进城市治理体系和治理能力现代化。	《2022 城市大脑发展白皮书》
3	城市大脑是基于云计算、物联网、大数据、人工智能等新一代信息技术,打通横向各部门、纵向各层级的业务壁垒,充分推进城市数据资源网络共享、集约整合、高效开发、全面赋能,支撑城市运行生命体征感知、公共资源配置优化、重大事件预测预警、宏观决策指挥的新型基础设施。	《关于城市大脑未来形态的思考》《学术前沿》2021 年第9期
4	城市大脑是基于城市生命体理念,以系统科学为指引,将散落在城市各个角落的数据(包括政务数据、企业数据、社会数据、生态环境数据、互联网数据等)汇聚起来,用云计算、大数据、人工智能等前沿技术构建的平台型人工智能中枢。通过对城市进行全域的即时分析、指挥、调动管理,实现对城市的精准分析、整体研判、协同指挥,从而更加智能地管理城市。	朝阳区“城市智慧大脑”建设理念
6	城市大脑,是指由中枢、系统与平台、数字驾驶舱和应用场景等要素组成,以数据、算力、算法等为基础和支撑,运用大数据、云计算、区块链等新技术,推动全面、全程、全域实现城市治理体系和治理能力现代化的数字系统和现代城市基础设施。	浙江省杭州市《杭州城市大脑赋能城市治理促进条例》
7	城市大脑要搭建的是整个城市的人工智能中枢,是一个对城市信息进行处理和调度的超级人工智能系统,能将散布在城市各个角落的数据连接起来,通过对大量数据的分析和整合,对城市进行全域的即时分析、指挥、调动、管理,从而实现对城市的精准分析、整体研判、协同指挥。	“长沙城市超级大脑”项目对城市大脑的理解
8	城市大脑是支撑未来城市可持续发展的全新基础设施,核心是利用实时全量的城市数据资源全局优化城市公共资源,即时修正城市运行缺陷,实现城市治理模式突破、城市服务模式突破、城市产业发展突破。	《阿里 ET 城市大脑》

伸的智慧城市概念极大推动了世界各国城市的现代化进程^[17]。世界范围有千个城市宣布了自己的智慧城市建设计划。但是,一直以来智慧城市的发展方向并不明晰,国际上也缺乏统一的建设标准、技术标准、行业标准,导致城市各部门的信息系统自成体系,各种信息系统从软硬件接口规范、网络传输标准、数据交换标准等各个方面都无法统一^[18]。

出现这些问题的根本是由于智慧城市的基础理论和建设框架不完备。虽然智慧地球和智慧城市能在诸多前沿科技的支撑下让地球和城市变得更智慧,得到世界的共鸣,但这些前沿科技按照什么架构组合在一起,按照什么规律建设能让城市更智慧,产业界并没有找到合适的答案。智慧城市、智慧地球的智慧从何而来,自然界中的生物脑可供参照,人类大脑是一种产生智慧最重要的系统结构^[19],以互联网为代表的前沿科技生态则呈现出越来越多的类脑特征。城市大脑和世界数字大脑分别对应了智慧城市和智慧地球,是产生智慧的一种解决方案。因此,城市大脑和世界数字大脑是智慧地球、智慧城市发展到更高阶段的产物。最终将实现一个可以支撑人类协同发展的全球化类脑智能系统。

6 结语

近50年来,IT相关的智能产业有三次重要的标准制定机遇,第一次发生在互联网产生之初。1974年,美国科学家卡恩与瑟夫共同开发了TCP/IP协议^[20],为不同的计算机,甚至不同类型的网络间传送信息包制定了统一标准。TCP/IP的产生也为21世纪的传感器、机器人、无人机、智能汽车等智能设备平滑、无障碍地进入互联网奠定了基础,为物联网、边缘计算、云机器人、工业互联网特别是城市大脑的建设提供了技术保障。第二次发生在互联网诞生20年后,互联网已成长为世界科技、军事、政府机构中信息共享的巨大网络,但由于技术架构的问题,互联网的信息像被锁在一个个箱子里一样获取时需要密码和钥匙。1989年,在欧洲核物理实验室工作的物理学家伯纳斯·李建立的万维网标准成为实现互联网信息共享的解决方案^[22]。万维网标准的制定对后续的科技生态产生了巨大影响,云计算、大数据等都与万维网有关,甚至区块链在某种程度上也可以说是为对抗万维网引发的互联网中心化趋势^[21]。第三次则发生在互联网诞生50年后,各种网络应用层出不穷,出现了各种消费级网络应用、行业级网络应

用、政府类网络应用。由于存在企业壁垒、行业壁垒、地区壁垒、国家壁垒,这些网络应用同样出现了各种孤岛现象,无法互联互通^[22]。应该说城市大脑出现的本质是解决网络应用层的孤岛问题。当世界各国的城市都开始建设城市大脑并能够互联互通,一个应用层的大统一架构——世界数字大脑将逐步形成^[23]。

城市大脑的未来发展还有很多工作需要完成,譬如世界范围统一的城市神经元标准还未真正建立;人、设备和系统在城市大脑和世界神经系统中的角色和权限如何分配还没有解决;一个既能在一栋大楼,也能在世界范围内自由实现的云反射弧机制还未形成。到2022年,城市大脑依然还处于萌芽阶段,但已经开始出现新的变化,城市大脑的发展已经开始从城市向省级扩展,譬如浙江、安徽、山东、上海已经开始从省一来规划城市大脑的发展。

城市大脑的未来需要不同领域的专家、企业家、政府决策者不断实践和创新,共同推动。作为城市大脑发展的最终形态,世界数字大脑将为人类社会的协同发展,构建起全球统一的类脑智能支撑平台,实现对世界的认知、判断、决策、反馈和改造,共同应对来自大自然的各种挑战和风险,满足人类社会的广泛需求,为实现人类命运共同体构筑重要的全球性技术基础^[24]。

参考文献

- [1] 盘和林.让城市更聪明一些、更智慧一些[N].中国日报, 2021.
- [2] 刘锋,彭康.互联网进化的趋势与规律[J].科技论文在线, 2008 (9): 32.
- [3] 刘锋.互联网进化论[M].北京:清华大学出版社, 2012.
- [4] 刘锋.崛起的超级智能[M].北京:中信出版社, 2019.
- [5] 陈卫强.杭州城市大脑的实践与思考.http://theory.people.com.cn/n1/2019/0908/c40531-31342597.html, 2019年9月8日更新.
- [6] 史博臻.上海城市管理精细化“三年行动计划”实施满一年“成绩单”发布.https://new.qq.com/omn/20190808/20190808A0E14Z00.html, 2019年8月8日更新.
- [7] 唐奇云.全国500多个城市想建“城市大脑”.http://www.cnr.cn/shanghai/tt/20190331/t20190331_524562061.shtml, 2021年12月31日更新.
- [8] 刘锋,吕本富.城市“脑梗”当前城市大脑面临的困境.http://www.chinajsb.cn/html/202010/21/14567.html, 2020年10月21日更新.
- [9] 殷云.全国人大代表胡成中:建议加快智慧城市建设,打造“城市大脑”.http://news.chinaxiaokang.com/dujiazhuangao/20200522/968293.html, 2020年5月22日更新.
- [10] 刘锋.基于互联网大脑架构的智慧城市建设探讨[EB/OL].http://blog.sciencenet.cn/blog-39263-858170.html, 2015.01.10.
- [11] 中国科学院虚拟经济与数据科学研究中心.城市大脑全球标准研究报告[R].2020年12月23日.
- [12] Liu F.City Cloud Brain, a New Architecture of Smart City Based on the Internet Cloud Brain[J].The 2018 IEEE 22nd International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design, 2017: 112-119.
- [13] 刘锋.城市大脑的起源,发展与未来趋势[J].学术前沿, 2021 (9): 14.
- [14] 中国国家信息中心.城市大脑建设目标选择、方法与路径——城市大脑规划建设与应用研究报告[R].2022.
- [15] 邹俊燕,徐明慧,庞晓静.城市大脑发展现状,典型实践与路径建议[J].信息通信技术与政策, 2021 (11): 6-13.
- [16] 麦克卢汉,何道宽.理解媒介:论人的延伸[M].北京:商务印书馆, 2000.
- [17] 李德仁,龚健雅,邵振峰.从数字地球到智慧地球[J].武汉大学学报(信息科学版), 2010, 35 (2): 127-132.
- [18] 何遥.智慧城市的顶层设计[J].中国公共安全, 2020 (4): 59-66.
- [19] 约翰·C.埃克尔斯,约翰·C.埃克尔斯,潘泓.脑的进化:自我意识的创生[M].上海:上海科技教育出版社, 2007.
- [20] Stevens, W.R., TCP for Transactions, HTTP, NNTP, and the UNIX Domain Protocols[M]. Beijing: The People's Posts and Telecommunications Press, 2010: 1.
- [21] 王善平.实现超文本梦想的万维网——2016年度图灵奖简介[J].科学, 2017 (6): 36-39.
- [22] 曲延春.数字政府建设中信息孤岛的成因及其治理[J].山东师范大学学报(社会科学版), 2020, 65 (2): 125-132.
- [23] 刘锋.城市大脑的起源、建设与未来[M].北京:清华大学出版社, 2022.
- [24] 孙来斌.人类命运共同体的理论定位[J].马克思主义与现实, 2020 (1): 8-9.