

城市大脑是 21 世纪以互联网为核心的世界数字生态向类脑结构演化并与智慧城市结合的产物，世界统一的数字神经元将人、物、系统和组织有机的结合在一起实现万物互联，云反射弧机制实现数字神经元的协同工作，解决城市和人类社会的问题与需求，完成跨部门、跨地区、跨行业万物交互。

## 城市大脑的基本原理与战略意义

文 | 刘锋

2009 年 1 月，IBM 公司首次提出“智慧地球”概念，由此延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。“智慧地球”战略提出 IT 产业的下一阶段任务是将新一代 IT 技术充分运用到各行各业之中。智慧城市就是在智慧地球大框架下形成的城市智慧化建设方案，也将把新一代 IT 技术充分运用到城市建设之中。

此后，智慧城市迅速成为城市建设的热点，世界范围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，智慧城市在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，城市的市政、交通、医疗、教育、安防等各个部门之间的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。

智慧城市出现的这些问题，从根本上说是由于智慧城市的基础理论和建设框架工作没有很好地完成。智慧地球和智慧城市提出在诸多前沿科技的统一支撑下让地球和城市变的更为智慧，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变的更为智慧，产业界并没有找到合适的答案，因此如何让智慧城市产生智慧将是一个重要的研究课题。

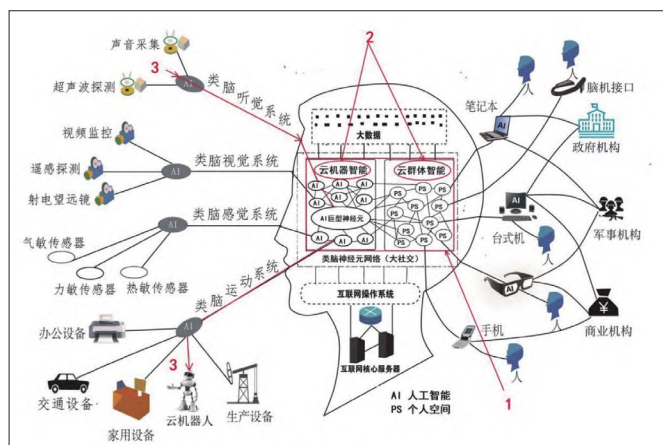


图 1 互联网大脑模型图

### 城市大脑的提出

种种迹象表明，21 世纪以来，以互联网为核心的世界前沿科技生态呈现出越来越多的类脑特征，由此，互联网大脑模型的技术框架在 2008 年被建立（如图 1 所示）。各种前沿科技可以看作是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，移动通讯和光纤技术对应神经纤维等。

互联网大脑模型与各个领域结合也不断产生新的成果，当它与科技企业结合就产生了谷歌大脑、百度大脑、阿里 ET 大脑、360 安全大脑等；与产业结合形成了工业大脑、农业大脑、航

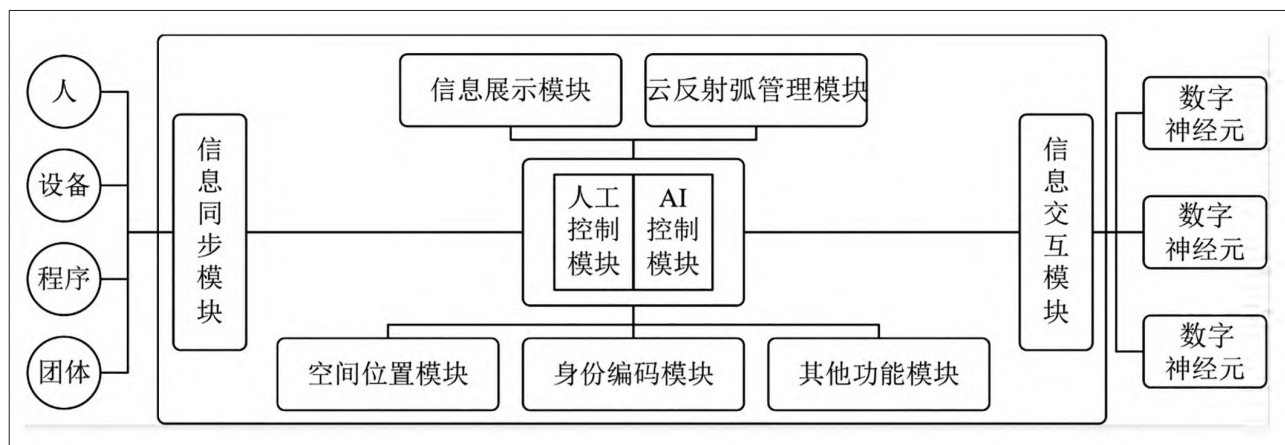


图2 数字神经元结构图城市大脑

空大脑等；与智慧城市建设结合形成了城市大脑、城市智能体、城市神经系统；与智慧社会的构建结合就形成了世界数字大脑。

其中，城市大脑在中国已经成为智能产业和智慧城市领域新的热点，到2022年，在中国有近500个城市宣布建设“城市大脑”，中国的科技企业阿里、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。

2015年城市大脑被提出后，逐步形成如下成熟的定义。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，它们的发展同时促进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。

城市大脑定义中的数字神经元是指在互联网的应用层为城市大脑涉及的每一个人、物、系统建立世界统一的程序单元，可以根据需求进行连接、组合、交互，从而实现跨部门、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，而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（如图2所示）。

定义中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。与脑科学的反射弧相同，城市云反射弧也包括感受器、传入神经、神经中枢、传出神经和效应器五个部分（如图3所示）。

城市大脑是21世纪全球科技生态的类脑化变化的产物，通过世界统一的数字神经网络和可跨层级交互的云反射弧机制，为智慧城市和智慧地球产生智慧寻找到一种新的技术结构

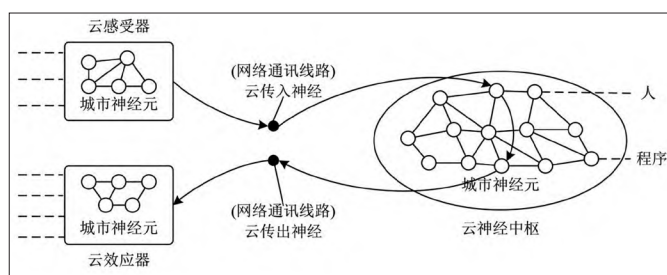


图3 云反射弧示意图

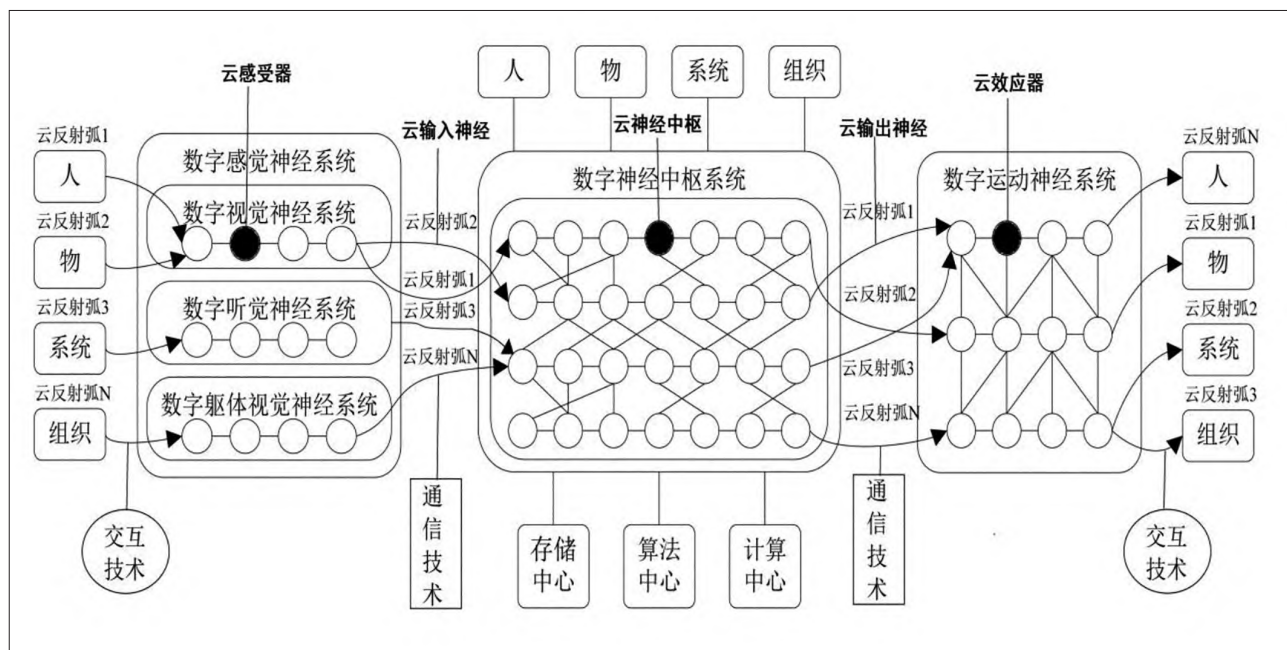


图4 城市大脑运行逻辑结构图

或者解决方案。如果将多个数字神经元与多条云反射弧结合起来可以形成城市大脑的逻辑结构图（如图4所示）。

基于城市大脑的逻辑结构图与具体的地域范围和工程技术结合又可以形成城市大脑的运行总体结构，我们将在下面进行详细阐述。

## 城市大脑总体结构和城市智慧的产生

互联网大脑模型有三个最重要的特点（如图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。

根据互联网大脑模型的三个重要特征，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；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，是基于数字神经网络，将不同的数字神经元按照类反射弧机制组织起来联合工作，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。

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（如图5所示），它由五个功能层次组成，分别是问题与需求层、云反射弧层、神经网络层、管理控制层和技术支撑层。

在城市大脑的总体框架图中，云反射弧层、数字神经网络层是城市大脑建设的核心；问题与需求层是云反射弧层、神经网络层服务

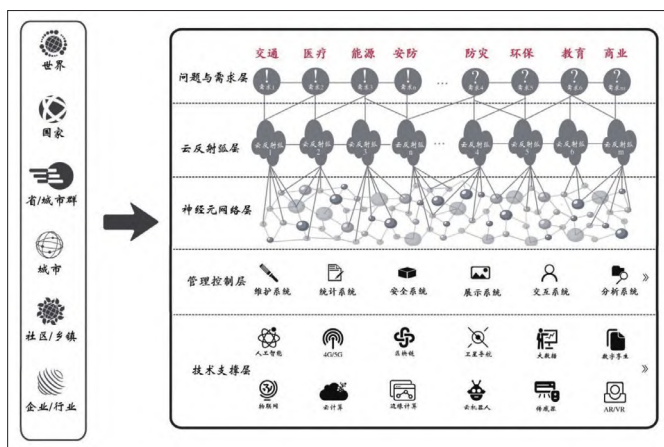


图5 城市大脑总体结构图



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。因为本架构中提出的数字神经元和云反射弧机制具有世界统一的属性,可以在不同社区、乡镇、城市、省/地区和国家之间互联互通,因此在架构模型的左侧体现了这种可跨城市、跨地区应用的特征。

通过数字神经元网络和云反射弧的运转将促进城市大脑中的各神经系统的发育。如映射摄像头的大量数字神经元将构成城市大脑的视觉神经系统,映射声音识别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、力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、智能机床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 and 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。

智慧城市、智慧地球的智慧从何而来,自然界已经给出了参考模型,科学研究已经证明,生物脑特别是人类大脑,是产生智慧的重要结构。种种迹象表明,互联网正在从网状结构向类脑结构进化,其与智慧城市结合形成了城市大脑的架构和机制。城市大脑产生智慧的路径(如图6所示)是通过构建世界统一标准的数字神经网络和“N”条可以在社区、乡镇、城市、省、国家和世界范围运行的云反射弧,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。

## 建设城市大脑的国际战略意义

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,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的标准。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。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。

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、行业级、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。应该说,城市大脑出现本质上是解决网络应用层的孤岛问题。通过世界统一的数字神经元和云反射弧机制的构建,将各种服务于人类社会的应用打通,使得城市首先作为一个整体为城市各阶层民众服务。然后扩展到国家,扩展到世界范围,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。

(作者为中国科学院虚拟经济与数据科学研究中心研究组成员,中国指挥与控制学会城市大脑专委会副主任兼秘书长,远望智库数字大脑研究院院长)

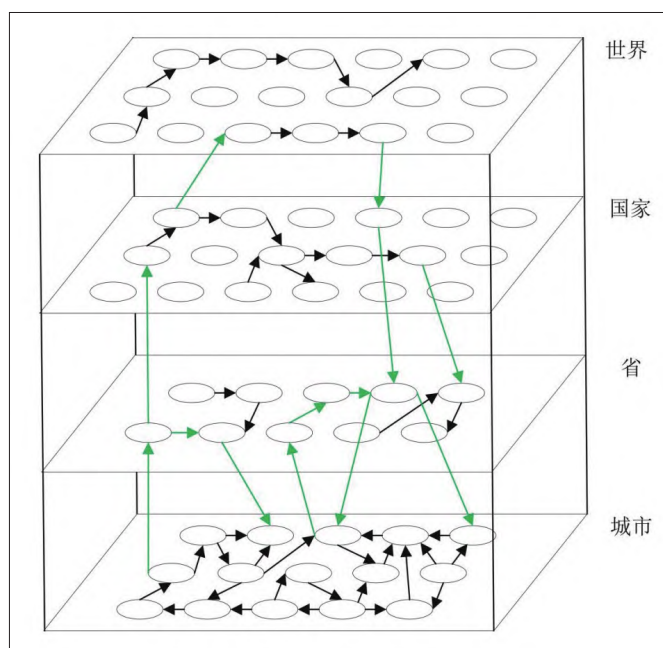


图6 城市大脑产生智慧的路径