

城市大脑全球标准研究报告

(2020 全文版本)

城市大脑全球标准研究组

(WWNS-R)

2020 年 12 月

联合发布单位

中国科学院虚拟经济与数据科学研究中心

国家创新与发展战略研究会数字治理研究中心

天府大数据研究院

沃民高科超级智能研究院

支持单位

中国科学院大学网络经济与知识管理研究中心、中国管理科学学会、中国城市发展研究会、南京财经大学创新创业学院、百度科技与社会研究中心、中科大脑、易华录、丝路视觉、远望智库、万润集团、声智科技、商汤智能产业研究院、6G联盟等

关于城市大脑全球标准研究组

城市大脑全球标准研究组 (WWNS-R) 是在中国科学院虚拟经济与数据科学研究中心、国家创新与发展战略研究会数字治理研究中心和天府大数据研究院等相关机构的支持下，由清华、北大、腾讯、华为、百度、阿里、中国电信以及更多学术机构、科技企业和政府机关的近 200 位专家组成的第三方独立研究机构。城市大脑全球标准研究组将以科学探索、开放中立和非盈利的方式，充分发挥专家群体智慧，共同开展城市大脑、企业大脑、产业大脑、智能产业和世界神经系统等方向的前沿趋势、标准规划研究工作，为建设服务人类协同发展的世界神经系统、构建人类命运共同体的统一技术基础做出贡献。

网址: wwns-r.org Email: liufeng@wwns-r.org

个人或机构加入研究组

<http://citybrain.mikecrm.com/9iow5mF>



研究团队

石 勇 国务院参事、发展中国家科学院院士、中国科学院
虚拟经济与数据科学研究中心主任、教授、博导

吕本富 国家创新与发展战略研究会副会长、中国科学院大
学经济管理学院 教授、博导

刘 锋 中国科学院虚拟经济与数据科学研究中心研究组成
员，南京财经大学教授，沃民超级智能研究院院长

周长青 国家创新与发展战略研究会创新驱动研究院副院
长

刘朝晖 中国生态城市研究院首席技术官

刘 颖 中国科学院大学经济管理学院副教授

梅一多 中关村科学城城市大脑股份有限公司技术总监

徐 璜 沃民高科沃德网情研究院副院长、副研究员、北京
大学经济学博士

刘仿尧 天府大数据研究院研究员，美国内布拉斯加州立大
学信息科技博士，西南民族大学人工智能系讲师

主笔人：刘锋 博士

中国科学院虚拟经济与数据科学研究中心研究组成员、南京财经大学教授(客座)、沃民高科超级智能研究院院长。主要研究方向为互联网、人工智能和脑科学交叉领域，发表相关学术论文 30 余篇，出版专著两部（《互联网进化论》《崛起的超级智能》），2005 年带领团队开始互联网大脑模型的建立和研究工作，2015 年发表文章《基于互联网大脑架构的智慧城市建设探讨》提出城市大脑的理论基础和相关定义。

电话：18601039315 微信：910428183

Email: zkyliufeng@126.com

声明

《2020 城市大脑全球标准研究报告》是科学院团队历经 15 年时间，基于前沿科技领域的基础研究和在产业领域的实践所形成的成果，对城市大脑起源、发展和未来趋势进行了一次探索性的梳理和总结，敬请读者批评指正。

本报告的撰写并不代表关于城市大脑的研究已经成熟。相反，标志了一个新探索历程的开始。沿着本报告所提出的九个研究方向，还可以开展更为深入的研究与实践。我们期待能得到更多专家和机构的关注、指导与支持。

在过去 15 年中，在互联网类脑模型、城市大脑这个多学科交叉、科技与产业紧密融合的新兴领域，研究组先后发表了数十篇论文、专著和研究报告，提出了（包括但不限于）互联网大脑和城市大脑理论模型、城市大脑定义、城市神经元、城市神经网络架构、云反射弧机制、神经元身份编码和城市智商的测试方法等一系列原创成果。为维护公平公正的学术环境，推动相关研究可持续发展，期待在这些成果给大家带来帮助和启发的同时，其知识产权和著作权也能得到应有的尊重。

城市大脑全球标准研究组

2020 年 12 月 23 日

目录

前 言.....	1
第一章 理论基础-互联网大脑模型	4
1.1 互联网的起源与传统结构.....	4
1.2 互联网大脑模型的提出	4
1.3 互联网大脑模型的新特征.....	7
第二章 城市大脑的起源与定义.....	9
2.1 城市大脑的起源.....	9
2.2 城市大脑的定义.....	10
2.3 城市大脑中的“大脑”含义分析.....	12
2.4 城市大脑发展中遇到的问题.....	13
2.5 城市大脑的关键特征.....	17
第三章 城市大脑全球标准研究.....	19
3.1 研究方向一：城市大脑的顶层标准构建.....	19
3.2 研究方向二：城市神经元的分类标准.....	23
3.3 研究方向三：城市神经元的功能和结构标准.....	28
3.4 研究方向四：城市大脑的权限关系标准.....	31
3.5 研究方向五：城市大脑的总体技术框架标准.....	35
3.6 研究方向六：城市神经元的全球空间位置标准.....	43
3.7 研究方向七：城市神经元的世界统一编码标准.....	49
3.8 研究方向八：城市大脑云反射弧建设标准.....	57
3.9 研究方向九：构建城市大脑运行安全标准.....	67
第四章 城市智商：城市大脑智能发展水平的评估.....	73
4.1 城市智商的定义.....	73
4.2 城市智商的测试量表.....	74
4.3 范例:上海城市智商	77
第五章 城市大脑发展的七个阶段分析.....	79
1. 第一阶段 城市大脑的史前阶段（6000 年前--2009 年）	79
2. 第二阶段 城市大脑的混沌阶段（2009 年-2015 年）	80
3. 第三阶段 城市大脑的萌芽阶段（2015 年-2021 年）	81
4. 第四阶段 城市大脑的连接阶段（2021-2045）	82

5. 第五阶段 城市大脑的分权阶段 (2023 年-2045 年)	83
6. 第六阶段 城市大脑的反射弧阶段 (2025-2045)	85
7. 第七阶段 城市大脑的世界神经系统阶段 (2045-)	86
第六章 城市大脑与前沿科技的关系	88
6.1 二十一世纪前沿科技关系图	88
6.2 大社交网络: 类脑神经元网络	91
6.3 云计算: 中枢神经系统	92
6.4 光纤与移动通讯: 神经纤维	94
6.5 物联网: 感觉神经系统	96
6.6 工业互联网与云机器人: 运动神经系统	98
6.7 大数据: 互联网与城市大脑形成智能的基础	99
6.8 人工智能: 激活互联网和城市大脑的自动运转	101
6.9 边缘计算: 互联网大脑神经末梢的发育	103
6.10 数字孪生与虚拟现实: 思维空间的构造	104
6.11 智慧社会、混合智能、和云反射弧的形成	106
6.12 区块链: 弥散性分布式神经系统	107
第七章 世界科技公司的“大脑系统”	110
7.1 谷歌大脑	110
7.2 讯飞超脑	112
7.3 百度大脑	113
7.4 阿里 ET 大脑	114
7.5 360 安全大脑	115
7.6 腾讯超级大脑	117
7.7 华为云 EI 智能体	118
7.8 腾讯 WeCity 未来城市	120
7.9 中科大脑	122
7.10 达闼科技机器人云端大脑	124
7.11 明略集团“明智系统”	125
第八章 世界城市的“城市大脑”案例	128
8.1 杭州城市大脑	128
8.2 上海城市大脑	130

8.3 北京海淀区城市大脑.....	132
8.4 加拿大多伦多谷歌超级智慧城市.....	134
8.5 铜陵城市大脑（城市超脑）.....	135
8.6 福州城市大脑.....	138
第九章 城市大脑相关产业划分与典型企业.....	140
9.1 类脑神经网络范例企业介绍.....	144
9.2 视觉神经系统范例企业介绍.....	146
9.3 听觉神经系统范例企业介绍.....	148
9.4 躯体感觉神经系统范例企业介绍.....	150
9.5 运动神经系统范例企业介绍.....	151
9.6 神经纤维范例企业介绍.....	154
9.7 中枢神经范例企业介绍.....	156
9.8 神经反射弧范例企业介绍.....	158
9.9 思维空间构建范例企业介绍.....	160
9.10 人工智能算法范例企业介绍.....	163
9.11 群体智能范例企业介绍.....	165
9.12 人机交互（互联网入口）范例企业介绍.....	167
9.13 安全防护范例企业介绍.....	169
9.14 芯片范例企业介绍.....	171
9.15 操作系统范例企业介绍.....	173
9.16 记忆系统（大数据存储与处理）范例企业介绍.....	176
9.17 超算与大规模计算范例企业介绍.....	177
9.18 定位与空间位置范例企业介绍.....	180
9.19 神经系统综合应用（系统集成）.....	183
附录：报告全文的19个核心观点.....	186
参考文献.....	207

前言

2020年，在5G、大数据、人工智能、区块链和新基建等一轮轮科技浪潮的推动下，“城市大脑”成为城市建设和前沿科技领域的新热点。应该说城市大脑是在中国诞生的原创科技成果。2015年城市大脑基于互联网大脑模型的定义被首次提出，2016年杭州开始了城市大脑的建设计划。

截至2020年6月，全国已经有数百个城市宣布建设城市大脑。阿里、华为、百度、腾讯、科大讯飞、中科大脑，360、滴滴和京东等数百家科技企业宣布进军城市大脑领域，相继提出了自己的“泛城市大脑”技术规划。

在2020年5月的全国两会上，多位代表提出应该将构建城市大脑建设标准提上议事日程。由于目前没有统一的城市大脑建设规范和标准，国内先行城市在数百家科技企业的帮助下根据各自的理解和探索，按照不同的技术框架展开建设工作：有的从城市级人工智能中枢的角度着手，有的从城市交通与安防的角度启动，有的则从城市生命体的角度展开。其中存在的问题包括。

首先，城市各领域的人、机器、AI系统没有统一的规范可以无障碍的连接到城市大脑的系统中，还存在部门孤岛，行业孤岛、企业孤岛和地区孤岛的问题。其次，城市的各种需求不能在同一个平台上统一解决。再次，承建城市大脑的科技企业之间无法形成协同效应，一个城市的城市大脑建设工作往往被企业巨头垄断，中小科技企业很少有机会参与。

展望未来3到5年，当不同城市、不同国家需要实现城市大脑的互联互通时，当前城市大脑建设方式的弊端将会凸显。应该说，城市

大脑的产生和发展不仅仅是工程技术问题，更是基础科学研究问题。21 世纪以来，前沿科技领域出现了包括城市大脑在内的大量新概念和新技术。那么，驱动这些新概念和新科技发展的背后规律是什么？这也是城市大脑所面临的基本问题。只有找到这个规律并掌握它，我们才有可能在城市大脑的未来建设过程中以最小试错成本获得最大红利。

科学院刘锋、石勇、吕本富研究团队在 2007 年发现，21 世纪前沿科技发展的种种迹象表明，深刻影响人类发展的互联网正在逐步从扁平的网状结构向立体的类脑架构演化。互联网的这一变化既是物联网、云计算、大数据、工业互联网、AI、边缘计算、数字孪生等技术爆发的原因，也是城市大脑、谷歌大脑、百度大脑、讯飞超脑等类脑巨系统涌现的根源。

2015 年，研究团队在论文中首次提出城市大脑是互联网大脑架构与智慧城市建设相结合的产物，是城市级的“类脑复杂智能巨系统”。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，更好地满足城市各主体的不同需求。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、数字孪生等前沿技术的支撑下，“城市神经网络”和“城市云反射弧”将是城市大脑建设的重点。

在此基础上，研究组形成了城市大脑全球标准的九个研究方向，分别是：城市大脑的顶层建设规范、整体技术架构、云反射弧机制、运行安全、城市神经元的种类划分、识别编码、空间位置编码、功能结构和关系确定。

从城市大脑的起源和发展来看，它的发展和规划不应局限于一个

城市、一个地区或一个国家内部。当世界各国的城市大脑走向成熟、实现连接之后，世界范围的城市大脑最终会形成一个统一的“世界神经系统”。

近 50 年来，IT 相关智能产业有三次重要的标准制定机遇。第一次是 TCP/IP 协议的制定，规范了硬件设备之间的通信活动；第二次是 W3C 规则的制定，规范了互联网上信息展示与数据传输活动，第三次应该是城市大脑到世界神经系统规则制定 (WWNS-R)，将在应用层规范人、物和系统的交互与协同。应该说，城市大脑全球标准研究将推动城市建设和智能产业的深入发展，使中国在这个领域处于领先地位，更为重要的是这项研究希望构建一个全球统一的类脑智能支撑平台，从而推动人类社会的协同发展，最终为构筑起人类命运共同体奠定技术基础。

第一章 理论基础-互联网大脑模型

1.1 互联网的起源与传统结构

我们知道“网状模型”是互联网最早也是最重要的模型。从某种意义上讲，互联网是美苏冷战的产物。为了防止通讯系统在核战争中被彻底摧毁，1969年美国国防部研究计划署开始构建阿帕网，将美国四个研究机构的四台计算机连接起来。互联网崛起之路就此开始。可能它的创造者也没有想到，在短短的50余年中，互联网已成为对人类社会影响最为深远的技术。

无论从互联网的起源还是从它的名称来看，网状结构一直是互联网留给人类最突出的印象。即使是在学术领域中，它的定义也是这样描述的：“互联网是指将世界范围计算机网络互相联接在一起的网际网络”（如图1.1所示）。

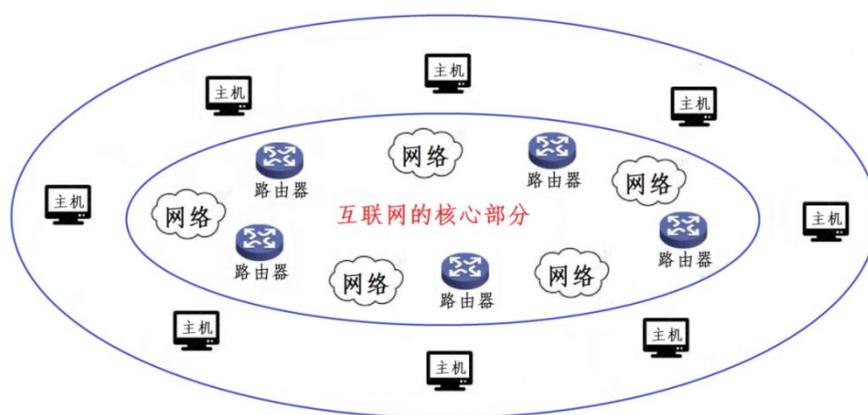


图 1.1 互联网的网状模型

1.2 互联网大脑模型的提出

互联网的网状模型为人类拓展互联网的边界和应用范围立下汗

马功劳。但在新世纪，以互联网为代表的前沿科技生态出现了新的变化。

譬如，以腾讯和 Facebook 为代表的新兴社交网络，在世界范围担负了连接人与人的社交功能，成为互联网最重要的基础应用之一。如果我们把它们的结构图绘制出来，可以看出有着非常强的类脑神经元网络特征。

2015 年 2 月权威科学杂志《自然》报道了英国科学家的最新发现：人脑中的神经元放电就像一个社交网络，也存在社群和好友关系。这表明社交网络与人脑神经元网络存在原理上的趋同现象。

早在 2009 年 IBM 提出智慧地球导致物联网兴起之前，2007 年中国的水利部门开始在长江、黄河等水域安放流速传感器，以获取水流和水深的变化信息；在土壤中安放化学传感器，以获取酸碱度和压力的变化；在空气中安放温度传感器，以获取温度和湿度的变化。

这些传感器所获得的数据通过互联网通讯线路被传输到北京的大型计算机中进行处理，形成实时的水文报告，为提前做出防汛抗旱预测和判断提供支持。这个基于互联网通讯线路的传感器网络向人类社会展示了显著的类躯体感觉神经特征。

2007 年，谷歌的街景系统开始推出，在世界范围部署摄像头和视频观察车，让互联网用户可以实时观看世界各地的场景。不仅仅是 Google 的街景系统，互联网的实时视频监控系统在 21 世纪初就已经开始大范围应用。

一些旅游公司在风景区安放摄像头，让人们可以提前看到风景区的实时画面；一些公司提供家庭视频监控服务，把摄像头安放在用户家中，让用户随时可以查看家庭的安全状况。谷歌街景系统等互联网

实时摄像技术呈现出了典型的视觉神经系统特征。

在上述诸多现象启发之下，科学院刘锋、石勇、吕本富、彭赓、刘颖团队从 2007 年开始意识到：越来越多的迹象表明，新世纪的互联网架构已经突破网状的局限，正在向类脑架构方向演化。由此研究团队基于脑科学基本原理，从 2008 年开始形成了如图 1.2 所示的互联网大脑模型图。

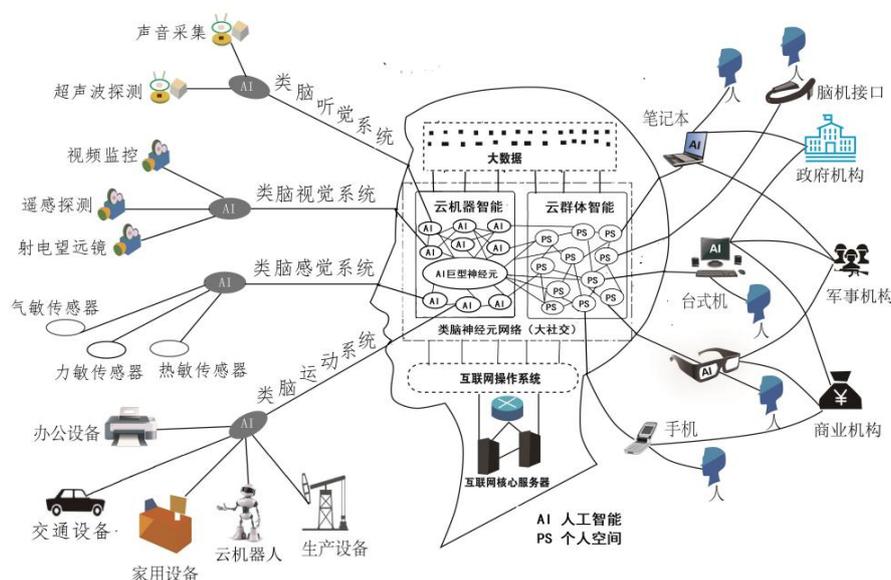


图 1.2 互联网大脑模型图

如果用文字描述互联网大脑模型（Internet Brain），它的定义是这样的：

互联网大脑模型是互联网从网状向类脑架构演化的过程中所形成的“类脑复杂智能巨系统架构”。互联网大脑具备不断成熟的类脑视觉、听觉、躯体感觉、运动神经系统、记忆神经系统、中枢神经系统和自主神经系统。互联网大脑通过类脑神经元网络（大社交网络）将社会各要素（包括但不限于人、人工智能 AI 系统、生产资料和生产工具）和自然各要素（包括但不限于河流、山脉、动物和植物）

连接起来，从而实现人与人、人与物、物与物的交互。互联网大脑在云群体智慧和云机器智能的驱动下通过云反射弧实现对世界的认知、判断、决策、反馈和改造。

1.3 互联网大脑模型的新特征

互联网大脑模型图所描述的并不是互联网在 1969 年诞生时的架构，而是研究团队在 2007 年基于脑科学原理对互联网未来架构所做的一种预测。相对于互联网诞生之初的网状模型，互联网大脑的模型出现了如下几个重要的变化和特点：

第一个重要变化是将人类用户以及商业机构、军事机构和政府机构等社会组织作为重要元素加入到互联网大脑模型中。

第二个重要变化是将音频传感器、视频监控、温度传感器、压力传感器、机器人、交通设备和生产设备等元素加入到互联网大脑模型中，形成互联网的听觉神经系统、视觉神经系统、躯体感觉神经系统、运动神经系统。

第三个重要特点是突出互联网类脑神经元网络的中心位置，提出互联网类脑神经元网络不仅仅实现人与人的连接和交互，也将发展成为人与人、人与物、物与物的“大社交网络”系统。

第四个重要特点是人和机器依托类脑神经元网络，形成互联网的左右大脑架构：一方面是人类、商业机构、军事机构和政府机构连接起来形成互联网的右大脑，即“云群体智能”；另一方面是传感器、音频视频监控、机器人、交通、生产、办公和家庭智能设备连接起来形成互联网的左大脑，即“云机器智能”。云群体智能与云机器智能的结合也是超级智能实现的基础。

第五个重要特点是体现了人工智能、大数据等关键技术在互联网大脑中的位置。同时，由于互联网感觉神经系统、运动神经系统、中枢神经系统和神经纤维的形成，使得互联网产生了与脑科学中神经反射弧类似的现象和机制。我们将这个新现象和机制命名为“云反射弧”。

第二章 城市大脑的起源与定义

2.1 城市大脑的起源

城市的出现可以上溯到 6000 多年前以前。考古学证明最早的城市起源于两河流域的美索布达米亚平原。但城市产生以后并不是从一个地方向全球扩散的，而是在不同地域产生后各自进行传播。这就是城市产生的多元学说。

城市的“智慧”程度是伴随人类科技和文明的进步发展起来的。18 世纪中叶开始的工业革命使城市迎来了一个崭新的发展时期。作为工业化原动力的各种要素，特别是煤炭、资本、工厂和人口在沿海地区迅速集中，形成了人口密度高、工业发达的城市。如英国的蓝开夏地区、德国的鲁尔地区、美国的大西洋沿岸和五大湖周边等。

到 1950 年，世界城市化率为 29.2%，1980 年上升到 39.6%，2000 年达到 46.6%，预计到 2020 年将达到 57.45%。这个时期城市现代化的标志包括：城市内部与城市之间的分工与协作；基础设施高能化；道路、交通（国内与国际）、通讯、供排水、供电和供气等现代设施的灵敏化；城市管理工作的信息化等。

2009 年 1 月，IBM 公司首席执行官彭明盛首次提出了“智慧地球”概念。由此延伸出来的“智慧城市”概念极大地推动了世界各个国家的城市现代化进程。随着类脑化进程的加速，互联网对人类社会结构的影响不断深入。智慧城市的建设也无可避免受到了互联网大脑模型的影响。

近 20 年以来，数百万家前沿科技企业不断推进城市、人类社会的智慧发展。应该说智慧城市原本是互联网发展到一定阶段之后，向

城市建设自然延伸和深入的结果。因此建设智慧城市就不能忽略互联网的发展趋势和进化规律。城市大脑作为互联网大脑与智慧城市建设相结合的产物，必然会继承互联网大脑的基本特点。因此，基于互联网大脑架构实现的智慧城市系统也可以被称为城市大脑（City Brain）（如图 2.1 所示）。

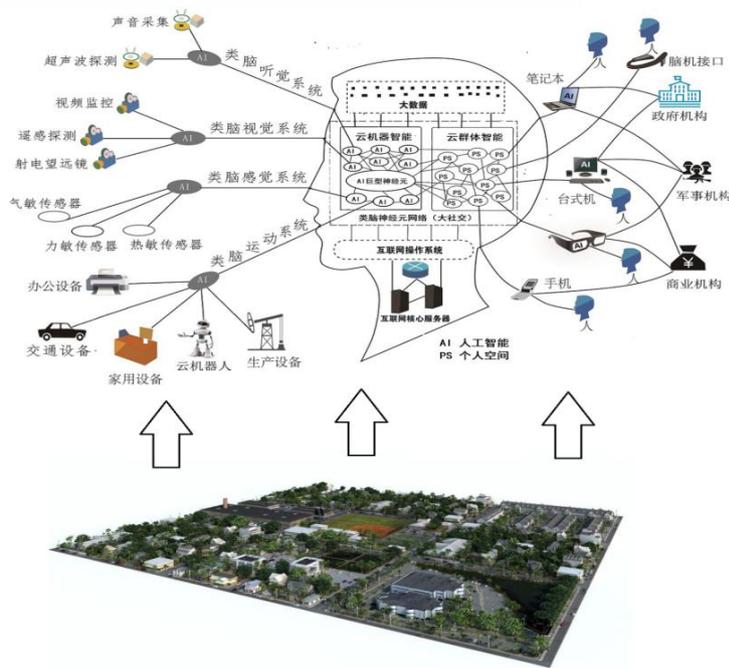


图 2.1 城市大脑示意图

2.2 城市大脑的定义

2015 年 1 月，科学院刘锋团队在《基于互联网大脑架构的智慧城市建设》一文提出城市大脑的概念：

伴随着互联网的发展，城市逐步建设形成了自己中枢神经系统（云计算）、城市感觉神经系统（物联网）、城市运动神经系统（工业 4.0）、城市神经末梢发育（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（通讯技术）。以此为基础形

成城市的两个核心功能：第一是城市神经网络系统（城市大社交网络），实现城市中人与人，人与物，物与物的信息交互。第二是城市大脑的云反射弧，实现城市服务的快速智能反应。云机器人和云群体智慧是城市智慧涌现的核心动力。这样基于互联网大脑模型的“类脑城市系统”称之为城市大脑。

在城市大脑研究工作的推进过程中，产业界和相关研究机构也对城市大脑从“超级人工智能系统”和“城市生命体”等角度进行了解读和定义，如：

“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。”--**基于人工智能的解读。**

“城市大脑就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、社会数据和互联网数据等）汇聚起来，用云计算、大数据和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即时分析、指挥、调动和管理，实现对城市的精准分析、整体研判、协同指挥，帮助管理城市”--**基于城市生命体的解读。**

作为一个新生事物和新科技概念，对于城市大脑如何理解出现不同认知和定义，说明这个领域正处于从萌芽到快速发展的阶段。但每一种理解对于如何建设城市大脑，在顶层设计和战略定位上会有重大影响。在经过近5年来的持续研究，我们可以按照互联网大脑模型的框架继续进行分析，并从城市大脑的产生、支撑技术、建设重点、服务对象和未来目标进行介绍，力图形成一个较为完整的城市大脑定义，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，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，城市神经网络和城市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，更好的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神经系统（WWNS），为人类协同发展提供一个类脑的智能支撑平台。

2.3 城市大脑中的“大脑”含义分析

在神经学领域，生物脑特别是人脑由大脑、小脑、间脑、脑干组成。其中“大脑”是中枢神经系统的最高级部分，也是脑的主要部分。人类的大脑最为发达，是思维的器官，主导机体内一切活动过程，并调节机体与周围环境的平衡，所以大脑是高级神经活动的物质基础（如图 2.2）。

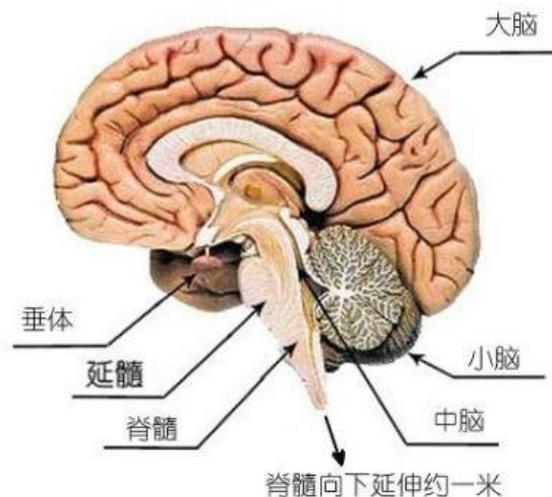


图 2.2 大脑的主体结构

目前产业界或企业界所提出了许多大脑概念，如谷歌大脑、百度大脑、工业大脑等。一些城市建设的城市大脑主要对应了神经学。这个大脑的主要含义是建设一个企业级、行业级或城市级的人工智能巨系统，对来自企业、行业或城市感知传入的各种信息进行综合处理，并做出判断或决策，实现相关的管理需求。

从 2008 年开始，在互联网产业领域诸多新现象的启示下，互联网大脑模型被提出，其含义是：经过 50 年的进化，互联网从网状结构发展成为类脑模型；因为互联网涉及的设备元素众多、覆盖的范围非常庞大，互联网这个类脑模型被称为“互联网大脑”。这里的“大脑”主要是指非常庞大或巨大的类脑结构，是一个包含了神经元网络、中枢神经、感觉神经、运动神经、神经纤维、神经末梢和神经反射弧在内较为完整的神经系统体系概念，不等同于只代表“高级神经系统神经中枢”的大脑概念。

2015 年，研究组发表论文《基于互联网大脑模型的智慧城市建设》，提出城市的智慧化建设会伴随互联网的类脑化进程，出现智慧城市的类脑化特征。城市大脑的两个重要的特征是城市级神经元网络和城市级云反射弧。

同样，城市大脑的“大脑”也是巨大的、庞大的脑的含义，是互联网大脑的子集，而不仅仅是城市级的中枢神经系统。因此，我们在 2015 年提出城市大脑定义时，并不认为城市大脑是一个城市级的 AI 巨系统或信息管理系统。

2.4 城市大脑发展中遇到的问题

前文分析了产业界和学术界对如何建设城市大脑有着不同的意

见和看法。如果从互联网大脑模型和城市大脑的定义看，有三个重要的问题需要关注：

第一个问题：城市大脑是否是类脑的复杂巨系统

城市大脑不仅仅是 AI 巨系统，而更是聚合人类智慧和机器智能的类脑复杂巨系统。这一点从互联网大脑模型的左右大脑架构中也已经体现出来。城市大脑的核心之一是类脑神经网络，最重要的发展动力是人类群体智慧。如果不能用大脑模型构建和研究城市大脑，就无法发现城市大脑的核心是类脑神经网络的建设，而不仅仅是依托云计算形成的人工智能系统（如图 2.3）。



图 2.3 城市大脑的神经网络示意图

2008 年 IBM 提出智慧城市的建设。正是由于不能很好地把城市的各个要素连接在一起，用类脑神经网络的方式进行运转，才导致后来 10 年里得不到大的发展，只有当城市被类脑神经网络连接后，AI 系统才有用武之地。

需要着重指出的是，除了 AI 系统和连网的智能设备以外，城市中各个领域的专家和民众形成的群体智慧在城市大脑的运转和决策

中也起到重要作用，譬如发生火灾，出现犯罪、爆发自然灾害，不能只让 AI 系统处理，还需要城市领导和专业人士的介入和决策，而群体智慧与 AI 的结合必须通过类脑神经网络才能实现。

城市大脑的神经网络也不会只局限在这个城市的地理范围内，而往往会扩大到其它城市甚至是不同大洲之间，譬如城市劳务输出、城市之间的工程协同管理、城市工作人口往往通过互联网扩张到世界范围。这种情况下，就会让城市大脑的类脑神经网络延伸到城市以外。譬如北京市建设的城市大脑系统可以连接其它地区的北京居民或与北京在商业、经济、教育、劳务有关系的非北京居民人也需要加入到这个网络中。

第二个问题：城市大脑的云反射弧机制。

由于类脑神经网络、感觉神经系统、运动神经系统在城市建设的发育，云反射弧将成为未来城市大脑的建设重心。



图 2.4 城市大脑云反射弧示意图

需要用类脑模型分析城市大脑的建设，才能区分出城市神经网络、感觉神经系统、运动神经系统、神经纤维和神经末梢的发展特征，由此一个城市的反射弧架构才能出现。

城市大脑的云反射弧也同样不会局限在一个城市内（图 2.4），由于城市大脑的神经元和中枢神经系统不局限在城市内部，因此城市大脑的云反射弧也往往会根据城市的运行需求超出城市边界，在几千或上万公里的不同城市间实现反射。

第三个问题：城市大脑之间的相互协同工作

从城市大脑的产生看，它并不是作为一个独立的复杂系统存在，是互联网大脑模型与城市建设结合时，由于城市的复杂性形成的巨大神经节点群。也就是说，城市大脑本质上是互联网大脑模型中的特殊神经团。

因此在实际应用中，城市大脑不应该作为孤岛系统进行建设，而是需要考虑城市大脑之间的互补和协同效应，通过更高一级的互联网大脑架构形成联动。

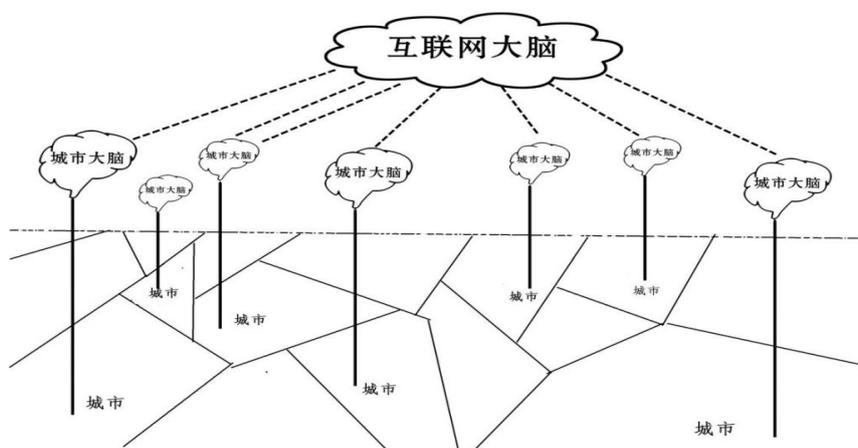


图 2.5 城市大脑协同运行示意图

城市大脑中枢神经系统通过云计算以及运行在其上的应用程序，如数据库程序和 AI 程序等，对城市大脑的其它神经网络进行控制。但一个城市的神经中枢系统很可能在另外一个城市建设。比如，北京城市大脑的云计算基地可以建设到贵州省（图 2.5），而大数据中心

可以分布到杭州或成都。这说明城市大脑的建设不能只局限在一个城市内部规划，需要在全国甚至全球范围进行统筹规划。

例如，深圳市要建设一座标志性科技摩天大楼。这个需求首先会通过深圳市的类脑神经网络发布给世界范围的著名设计师；他们向深圳市的政府神经元节点提供设计思路或进行报名。当未来这栋摩天大楼开始建设的时候，深圳市的城市大脑系统也会不断跟踪世界范围的建筑材料、电子设备的运输状况、确保项目的正常进展。这些需求所涉及的云反射弧，其覆盖范围远远超过深圳市的地域范围。

2.5 城市大脑的关键特征

从互联网大脑的定义和模型中，我们可以看到存在三个最重要的特点。通过对这个三个特点的分析，可以为城市大脑的标准建设提供理论基础（图 2.6）。

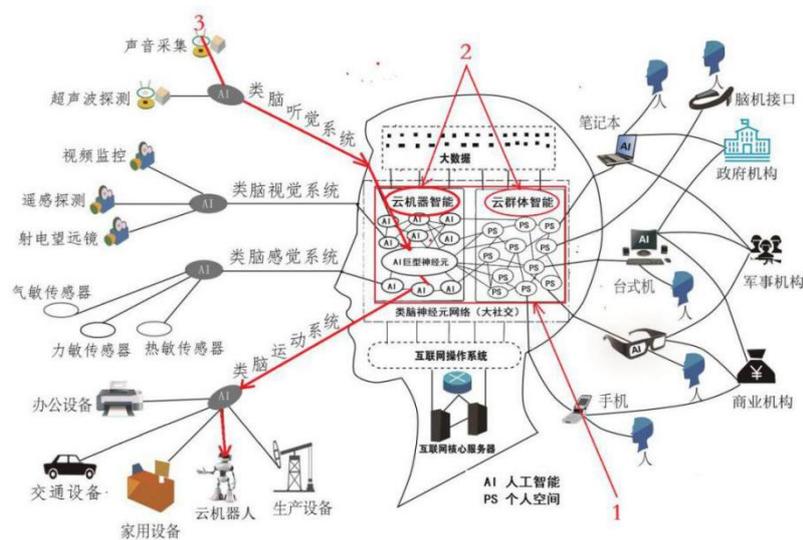


图 2.6 互联网大脑模型

一. 类脑神经网络建设与万物互联

与神经网络是人类大脑最重要的结构一样，类脑神经网络也

是互联网大脑最重要的结构之一，如图 2.6 中的 1 所示。世界万物需要映射到互联网大脑类脑神经元网络上，包括真实世界的人、智能设备、自然元素、AI 应用程序等。通过神经元节点，世界万物可以同步自己的信息与知识，运行属于自己的功能程序。更为重要的是，世界万物可以通过自己的神经元节点相互关注、相互通讯、实现互联网大脑类脑神经元网络的构成与激活。

二. 云群体智能与云机器智能的双智能中心控制

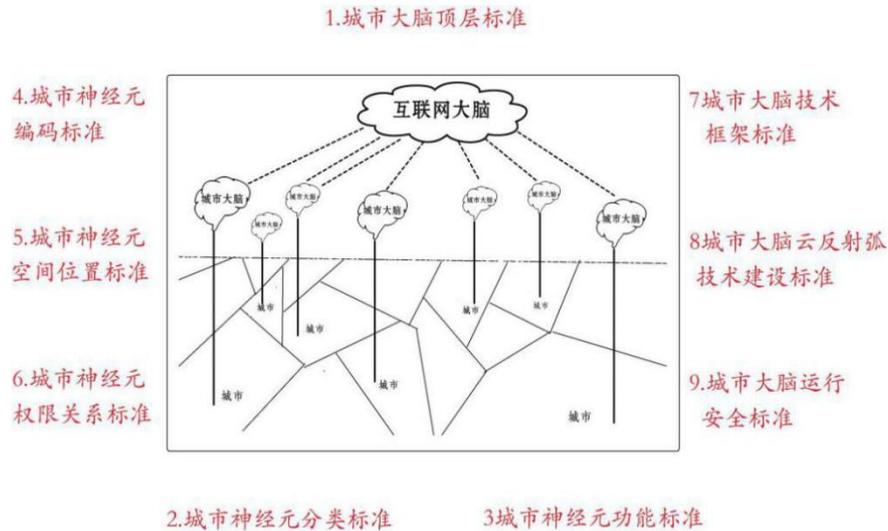
如图 2.6 中的 2 所示，数十亿人类在互联网大脑神经元网络的构成云群体智能，数百亿设备在互联网大脑神经元网络的映射构成了云机器智能。这样，互联网大脑运行的智能驱动力就分别源自这两个智能中心，它们联合控制着互联网大脑的运行。但因为互联网大脑的形成最终还是要为人类提供服务，受控于人类，因此在这两种智能在互联网大脑模型的地位并非应该平等，必须要保证人类智能拥有的权限要高于机器智能。

三. 云反射弧的形成与信息跨节点传递

如图 2.6 中的 3 所示，随着人类用户、传感器、云机器人、智能设备和类脑神经元网络的加入，神经系统的反射功能在互联网大脑模型中也将出现。云反射弧机制使得互联网大脑可以对外部世界和互联网内部的信息刺激产生反应。在具体实现上，与神经系统的机制相同，互联网大脑的云反射弧也需要不同类型的神经元之间形成联动，将信息从一个神经元节点传送到另一个神经元节点，并可根据需求不断向其它神经元传递，这种机制与当前的社交网络点对点通讯是不一致的。

第三章 城市大脑全球标准研究

城市大脑本质上是互联网大脑与城市建设相结合的产物。城市大脑不仅仅是一个城市内部的系统，更是国家范围、世界范围内不同城市之间相互关联的复杂智能巨系统。因此，城市大脑最终依赖的不是某一个城市或一个国家的建设标准，而应该是适用于全球城市大脑的标准。根据互联网大脑模型的三个主要特征，我们总结出城市大脑标准的9个重要研究方向，如图3.1所示。



3.1 城市大脑建设标准研究示意图

这九个方向分别是城市大脑的顶层建设规范、整体技术架构、云反射弧机制、运行安全、城市神经元的种类划分、识别编码、空间位置编码、功能结构和关系确定等。在本章我们将就这九个方向进行更为深入的探讨。

3.1 研究方向一：城市大脑的顶层标准构建

前文对互联网大脑模型的三个重要的特征进行了深入探讨。根据

这三个特征，我们可以形成城市大脑的三个顶层规范。第一个规范阐述是世界统一的神经元节点技术框架；第二个规范阐述的是每个神经元节点都要求人机双智能控制，但人类权限最大；第三个规范说是通过跨节点信息路由，实现云反射弧，解决城市的各种需求与问题。下面我们详细介绍这三个顶层规范的主要内容。

一. 世界范围统一的神经元技术框架

从互联网大脑模型可以看出，无论是互联网大脑还是作为其子集的城市大脑，其建设核心并不是人工智能系统、云计算、大数据、边缘计算等技术，而是世界范围的类脑神经网络建设。

一方面，城市大脑神经网络的建设能够为世界范围（特别是城市范围内）每一个人、物和 AI 系统，包括大楼、路灯、汽车、燃气管道、城市的居民、医生、商业机构、市政管理人员（市长）、监控城市交通、医疗、安全的智能系统等，提供一个统一的神经元节点空间。

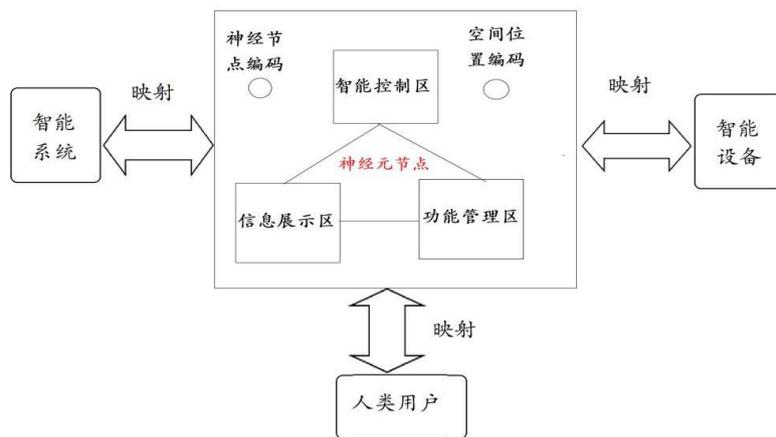


图 3.2 城市神经元节点中 5 个重要的组成部分

在这个节点空间里，人、物、AI 系统可以将自己的信息进行映射同步；可以运行相应的管理控制程序实现各种个性化功能；通过这

个节点空间实现人与人、人与物、物与物、人与系统、物与系统、系统与系统的相互关注与信息交流。我们提出在城市神经元节点中应该有 5 个重要的组成部分。

另一方面，每个神经元节点都应该有统一的技术结构、节点编码、和地址编码。不但在一个城市内统一，而且在世界不同城市之间的神经元节点的规范也要统一。同样，对于农业大脑、工业大脑、建筑大脑等等专业领域里也要统一，这样即吻合城市大脑、行业大脑都是互联网大脑的子集的理论推导，同时在实践上不同城市大脑、行业大脑之间可以通过互联网大脑架构实现合作与协同。

二. 人机双智能控制，人类权限最高

互联网大脑的左右两部分分别由人类的群体智能和设备的机器智能构成。互联网大脑在这两种智能的驱动下运转。这是概念的描述，但具体技术实现就落在人类和 AI 程序对互联网大脑（城市大脑）神经元节点的控制权分配上。

人类用户可以登录到神经元节点（用户空间）完成人类控制下的神经元节点运行，在人类用户没有使用的情况下，AI 程序在人类的授权下对这个神经元节点进行控制。

比如，一个城市的市长登录到自己的神经元节点同步自己的信息和资料，对某些城市事件进行处理、查看突发事件现场的摄像头。但当市长暂时退出节点时，AI 程序可以根据市长授权对文件和请示继续进行处理。

同样，对于一辆无人驾驶汽车来说，正常情况下 AI 程序对这辆车进行控制，并将信息随时同步到汽车的城市神经元节点上，与其

它神经元节点进行信息交互。但当这辆汽车遇到异常情况时，人类管理员应该可以登录到汽车神经元节点对这个自动汽车进行接管。

原则：人类控制权高于AI控制权

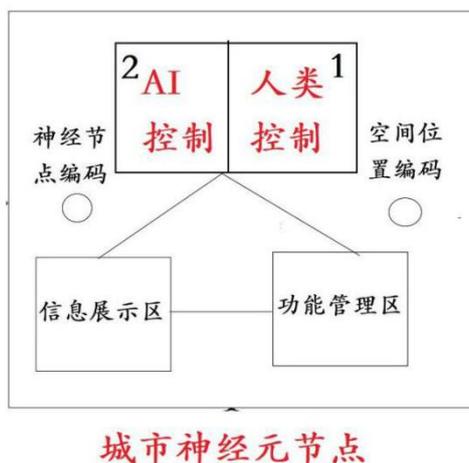


图 3.3 神经元节点中人类的控制权

这个顶层规范原则就是：为了保证人类具有绝对的控制权，每个神经元节点，不论是人、物或 AI 系统都需要至少一位人类用户对该节点具有最高控制权。这样在大尺度的城市大脑和互联网大脑系统中，人类的群体智慧就呈现出全面超过机器智能的权限，从而避免因全部或全时段由机器和 AI 系统进行决策所导致的失控现象。

三. 通过信息路由实现云反射弧机制

当世界范围（城市）的人、设备、物、系统都被连接到城市神经元网络中后，大量的需求、问题和服务就可以通过城市神经元节点的协作完成：从感知城市事件需求到中枢神经处理、最后反馈到现场执行某些操作，形成一条条满足城市发展需求、解决城市问题的云反射弧。

在这种情况下，信息就不能只在一个神经元节点与其邻居节点之

间传递，而是可以根据需求和信息路由规划，从一个神经元到达另一个神经元，然后继续向下一个神经元节点传递，直到满足需求或解决问题。

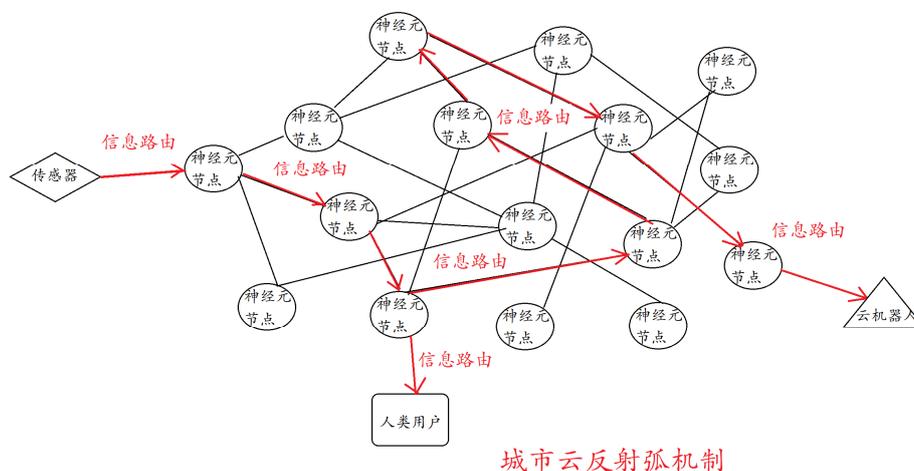


图 3.4 城市云反射弧机制

例如在一个大楼里，当某个传感器发现火情信息后，通过自己的城市神经元节点将该事件向灾害管理节点报警。灾害管理节点中的 AI 控制程序对火情信息进行判断，将判断结果和火灾信息持续传递给人类管理者，并等待人类管理者反馈。如果在规定时间内没有人类管理者对此予以反馈，在拥有人类管理者之前的授权下，AI 控制程序将根据事件内容，确定了火情发生的地点、火情的严重程度，生成行动指令，发送给移动灭火机器人。移动灭火机器人收到指令以后，将及时移动到火情发生点执行灭火任务。移动机器人同样满足 AI 和人类双智能控制，在执行 AI 控制指令时，如果出现人类指令，优先执行人类指令。

3.2 研究方向二：城市神经元的分类标准

我们知道，在人类脑结构中，神经元是最重要和最基础的单元。

据统计，在成人的脑中至少包含了近 1000 亿个神经元。每个神经元都是具备相当智能功能的“微型计算机”，这些微型计算机通过相互连接，形成更为复杂的神经网络，从而具备不同等级的智能系统。

同样，在互联网大脑和城市大脑中，城市神经元也是最重要的基础性功能单位，而且它要对应的城市元素非常复杂，包括城市居民、城市管理者、城市服务人员、商业机构、政府机构、智能机器人、无人汽车、智能设备、摄像头、传感器、AI 数据处理系统，AI 安全系统等等。如何对城市神经元进行分类、形成标准、进行区分和识别，将是一个重要的基础性工作。

一. 城市神经元按功能划分的标准

我们知道人类大脑神经元可按功能分为感觉（输入）神经元、运动（输出）神经元、联络（中间）神经元等。

其中，感觉（传入）神经元接受来自体内外的刺激，将神经冲动传到中枢神经。运动（传出）神经元将神经冲动经神经纤维至神经末梢，使运动系统产生运动或活动现象。联络（中间）神经元接受其它神经元传来的神经冲动（信号），然后再将冲动传递到另一神经元。

作为类脑的复杂智能巨系统，互联网大脑模型和由此产生的城市大脑也同样具备了划分感觉（输入）神经元、运动（输出）神经元、联络（中间）神经元的基础（图 3.4）。

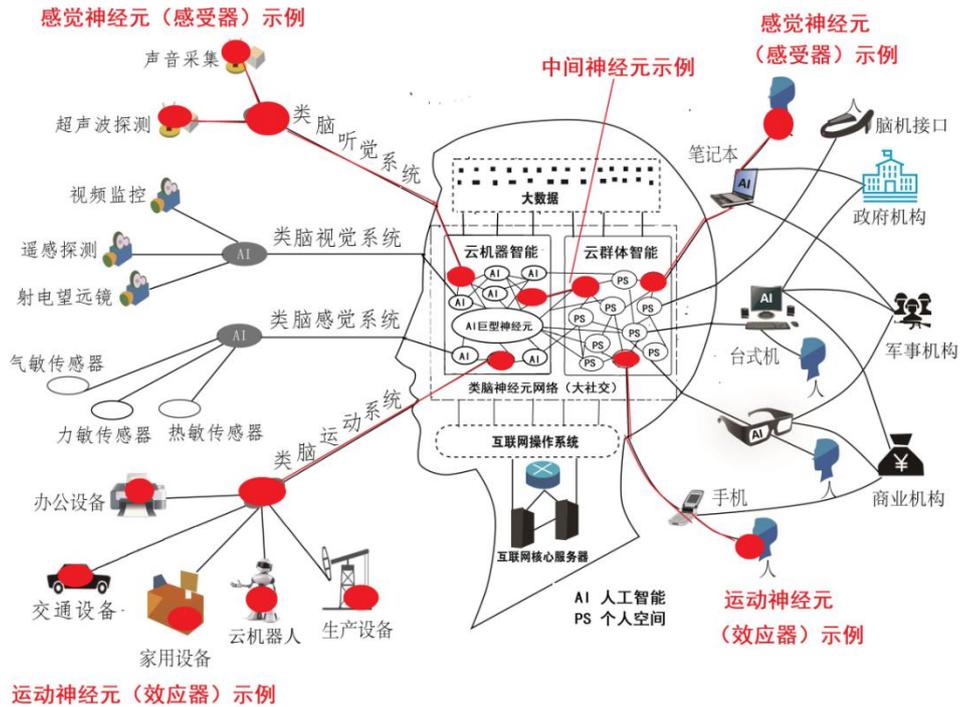


图 3.4 神经元示例

第一种：城市大脑的感觉（输入）神经元。在互联网大脑模型中，以光电、热敏、气敏、力敏、磁敏、声敏和湿敏传感器为代表的智能设备通过互联网（物联网）线路连接到城市大脑的神经网络中，将现实世界的各种信息、数据或信号传送到城市大脑的类脑神经网络中，就形成了标准的城市大脑的感觉（输入）神经元。

第二种：城市大脑的运动（输出）神经元。对于机器人、智能汽车、无人机、智能机床、智能办公和家庭设备等通过互联网（物联网）线路连接到城市大脑神经网络中，城市大脑类脑神经网络做出的决策以信息、数据或信号形式发送到城市大脑运动神经系统中，从而对城市的运行发生影响和作用。这些系统就形成了标准的城市大脑的运动（输出）神经元。

第三种：城市大脑中间神经元。在城市大脑神经网络中，也存在一种智能系统负责接收传感器传来的信息，然后传递给其它智能系

统进行处理或传递给运动神经系统进行反馈。这类存在于城市大脑神经元网络中的智能系统，就可以形成标准的城市大脑中间神经元。

需要指出的是，人作为城市大脑中重要的组成部分。其角色非常灵活，由于人本身可以感知外界信息，可以通过手、脚和工具对外界进行影响，也可以将信息传递给其它人或智能系统。因此，人通过互联网线路连入到互联网大脑（或城市大脑）时，承担的角色既可以是感觉（输入）神经元、运动（输出）神经元，也可以是联络（中间）神经元。表 3.1 展示了按功能划分的城市神经元种类。

表 3.1 按功能划分的城市神经元种类

NO	神经元名称		特征
1	城市感觉 (输入) 神经元	城市视觉神经元	将现实世界的各种信息、数据、信号传送到城市大脑的类脑神经网络中，包括视觉、听觉、躯体感觉等等，具体的技术包括视频、音频、各种传感器技术等
城市听觉神经元			
城市嗅觉神经元			
城市躯体感觉神经元			
2	城市运动（输出）神经元		将城市大脑神经元网络做出的决定变成信息、数据、信号发送到城市运动神经系统中，从而对城市的运行发生作用，
3	城市联络（中间）神经元		一种智能系统负责接收传感器传来的信息，然后传递给其它智能系统进行处理或传递给运动神经系统负责进行反馈

二. 城市神经元按映射对象进行划分的标准

前文提到城市大脑（互联网大脑）所连接的元素包括城市居民、

城市管理者、城市服务人员、公司、政府机构、智能机器人、无人汽车、智能设备、摄像头、传感器、AI 数据处理系统、AI 安全系统等。

这些复杂繁多的元素可分为 4 种差异明显的城市神经元类型。

第一种是城市人类神经元。这种神经元是城市大脑系统中最重要也是最活跃的部分，包括城市居民、城市工作人员、城市管理者、城市服务人员等等。从边界看，城市人类神经元映射的人类主要是指具有明确国籍或者在生物学上可以被认为是人类的元素主体。

第二种是城市实物神经元。这种神经元包括各类传感器、云机器人、智能汽车、无人机以及连接到城市大脑中的路灯、各种管道、楼宇、家用电器、各种动物、植物或其它生物。从边界看，城市实物神经元映射的是在现实世界的除人类之外的所有物体。

第三种是城市程序神经元。这包括在互联网大脑或城市大脑虚拟空间中运行的各种智能系统程序，包括 AI 数据处理系统、AI 安全系统、自动守护程序、网络蜘蛛、云反射弧路径判断程序和自动问答程序等等。城市智能程序神经元映射的元素其边界也比较明显，就是只存在于城市大脑的虚拟数据空间中，不对应现实世界的任何元素。

第四种是城市团体神经元。其最明显的特征是，包含的元素个数一定大于 1，而其它类型的城市大脑神经元映射的元素个数只能等于 1。一个城市团体神经元可以对应只包含人的团体，如公司、政府部门、各种人类兴趣组；或者只包含实物的团体，如仓库的货物组成的团体；或者只包括智能程序的团体，如安全程序组成的网络防护小组。除此之外人类、实物和程序三种元素可以任意组合形成城市团体神经元。

表 3.2 按映射对象划分的城市神经元种类

NO	神经元名称	特征
1	城市人类神经元	城市人类神经元映射的人类主要是指具有明确的国籍或者在生物学上可以被认同为人类的元素主体
2	城市实物神经元	城市实物神经元映射的是在现实世界的除人类之外的所有物体。
3	城市程序神经元	城市程序神经元映射的元素就是只存在与互联网虚拟空间的智能程序，不对应现实世界的任何元素。
4	城市团体神经元	城市团体神经元包含的元素个数一定大于 1，团体中可以包含人类、实物或智能系统

根据制定城市大脑全球标准的清晰度、稳定性和易于执行的基本原则，研究组认为选取按映射对象区分神经元比较合适，可以作为划分城市神经元编码、城市云反射弧设置等领域的参考依据。

3.3 研究方向三：城市神经元的功能和结构标准

生物的神经元是完成生物智能活动的最重要和最基础的功能单位。同样，城市神经元也是城市大脑建设中最基础和最重要的功能单位。在城市大脑的顶层建设研究中，已经提出了城市大脑神经元的基本框架。如图 3.5 所示：

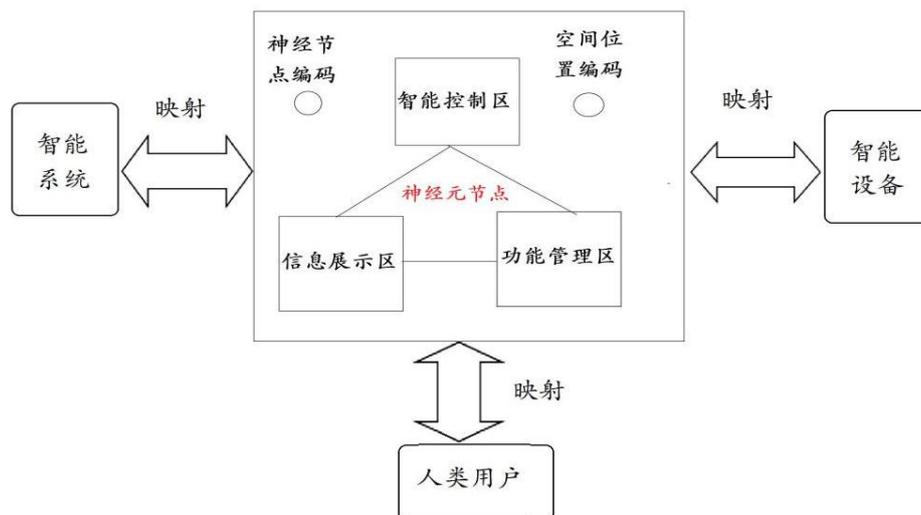


图 3.5 城市大脑神经元功能结构图

在这个节点里,人和系统都可以将自己的信息进行映射同步,可以运行相应的管理控制程序,实现人与人、人与物、物与物、人与系统、物与系统、系统与系统的相互关注、信息交流和相互协作。图 3.5 展示了五个标准模块。

第一个功能模块：信息展示区

信息展示区的主要作用是让城市神经元可以对外分享、展示或传递自己的动态、资料和信息。传递的方式主要包括单点对多点、单点对特定对象等。信息展示区的信息可以被谁查看阅读,依赖于该城市神经元对信息的权限设置。

具体包括 (1) 可以被所有城市神经元查看; (2) 只允许关注信息展示区的其它城市神经元查看; (3) 只允许与自己建立相互关注关系的城市神经元查看; (4) 只允许在级别上高于自己并与自己建立领导关系的城市神经元查看; (5) 只允许自己设定的某个团体或个体查看; (6) 只允许自己查看 (完全私有化)。

第二个功能模块：功能管理区

功能模块区是城市神经元实现各种对外服务、控制和通讯等功

能、体现差异性最重要的模块。可执行的功能包括点对点通讯、建立和参与云反射弧、对映射的设备进行管理、位置定位服务、城市神经元名录与关系查询等等。

除此之外，城市神经元可以根据自己的角色和定位，从云端共享的功能模块或本地化安装新的功能模块，从而在功能上可以保持弹性和按需配置。

在目前产业应用领域，腾讯微信、百度 APP、阿里支付宝中出现的“小程序”可以看作是城市神经元功能模块区的范例。不同的是，城市大脑不应强制提供统一的云端功能模块，而是由城市管理者根据所选择的体系架构，从不同的云端功能模块中提取或加入新功能模块。无论是从不同云端中心提取，或自己开发这些功能模块，前提是必须按照统一的标准和协议进行设计和开发，否则这些功能模块与其它城市神经元之间进行信息交互时，会因为标准不统一而出现无法兼容的问题。

第三个功能模块：智能控制区

智能控制区是城市大脑神经元中对各功能模块的运行机制和管理权限进行设置的地方。

我们在城市大脑顶层设计中提出的第二条原则是“每个神经元节点实现人类智能和机器智能双重控制，同时人类的权限最高”。应该说，智能控制区是实现这一原则的主要模块。

通过智能控制区，人类用户可以对每个功能模块进行统一或特别的设置。除了进行功能上的配置外，更为重要的是人类用户对 AI 控制程序进行权限配置，授权它在什么情况下、在什么时间和区间可以对哪些城市神经元功能模块进行管理和控制。

第四个功能模块：神经元节点编码

神经元节点编码是城市神经元本身在整个城市大脑系统身份标识。城市大脑并不是局限在一个城市内部，而是会在世界范围内大量城市间构成极为庞大的智能系统。

由于不同城市，特别是不同国家的城市在管理权限上基本互不隶属，通过一个机构统一生成和分配神经元节点编码将很难达成一致。因此，研究组提出通过自动生成的方式形成世界唯一的神经元节点编码。具体实施方案将在第五个研究方向做详细介绍。

第五个功能模块：空间位置编码

在城市神经元按映射对象进行分类的方法中，城市神经元分为人类神经元、实物神经元、程序神经元和团体神经元。其中城市人类神经元和城市实物神经元明确会有空间位置的属性。城市程序神经元只存在于虚拟空间中，因此没有对应的空间位置。城市团体神经元则根据团体内成员的组成和需求可以配置空间位置，也可以不配置空间位置。

城市神经元的空间位置对于定位映射对象的位置、规划运动轨迹、完成城市云反射弧有着重要作用。目前，成熟的空间位置编码至少有两种方法：（1）使用经纬度和海拔高度确定一个城市神经元的空间位置；（2）使用中国原创的北斗网格码确定一个城市神经元的空间位置。我们将在后续章节中对这两种方法的特征和优缺点进行介绍。

3.4 研究方向四：城市大脑的权限关系标准

如果按映射对象分，城市大脑的神经元类型包括城市人类神经元、城市实物神经元、城市程序神经元和城市团体神经元。在如何制

定城市大脑的顶层规范研究中，已经对人类和机器（AI 系统）的关系进行了探讨，提出了每个神经元节点实现人类智能和机器智能双重控制，同时人类控制权限最高的基本原则。

这个原则的设定主要是为了保证人类具有绝对的控制权。除了人机关系之外，城市大脑神经元的类型研究表明，还存在人和人、机器和机器、人和团体、机器和团体、团体和团体等关系的处理。在分析之前，我们需要首先确定城市神经元之间有哪些等级关系类型。

一. 城市神经元之间的等级关系

第一种是控制与被控制关系：表示一种城市神经元对另一个城市神经元的全部功能具有完全的控制权限。

第二种是领导与被领导关系：表示一种城市神经元对另一个城市神经元的部分功能具有完全或部分控制权限。

第三种是平等关系。表示一种城市神经元与另一个城市神经元是完全平等的关系，是否开启或关闭某种信息共享或功能授权，由双方协商决定。

表 3.3 城市神经元相互关系类型

序号	类型	介绍
1	控制关系	对控制对象全部功能具有完全的控制权限
2	领导关系	对领导对象部分功能具有部分或完全控制权限
3	平等关系	相互之间信息与功能共享需授权，并可以随时取消

二、四种城市神经元之间产生的关系数量

从城市神经元分类中可以看出，城市神经元的关系不仅仅是人类

和机器（实物或系统）之间的关系，还包括人与人、人与实物、人与系统、人与团体、实物与实物、实物与系统、实物与团体等更多关系。下表中展示了总共有 16 中城市神经元关系需要处理和规划。

表 3.4 城市神经元关系数量

城市神经元	人类	实物	系统	团体
人类	√	√	√	√
实物	√	√	√	√
系统	√	√	√	√
团体	√	√	√	√

三. 城市神经元的权限关系分配

从上面的分析可以看出，城市神经元之间的有 3 种关系类型，有 16 种关系数量。而每一种关系数量中形成怎样的关系类型，又可以继续拆分。

表 3.5 城市神经元关系类型

城市神经元	人类	实物	系统	团体
人类	1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3
实物	4/5	1/2/3	1/2/3	根据情况
系统	4/5	1/2/3	1/2/3	根据情况
团体	根据情况	1/2/3	1/2/3	根据情况

注：1 代表控制，2 代表领导，3 代表平等关系，4 代表被控制，5 代表被领导，横向为主关系

根据城市大脑的顶层规范第二条原则：机器（系统）的权限不能

绝对高于人类。因此，实物、系统和部分团体类型的城市神经元不能完全控制城市人类神经元的全部功能，至少要保留一部分人类神经元的自主性。

在具体实施过程中，需要完成两个工作步骤：

1. 每个城市神经元要明确功能列表，也就是哪些功能是可以被其它城市神经元控制、领导和共享。

2. 假定担任控制或领导角色的城市神经元简称 A 神经元，被领导或被控制城市神经元简称 B 神经元，要对城市神经元的关系，特别是控制和领导关系的形成进行规范。可以提出如下原则：

1) 第一种关系原则：权利义务交换制

A 神经元建立对 B 神经元的控制和领导关系，需要 B 神经元的确认；如果 B 神经元不确认，将无法使用 A 神经元提供的服务功能。A 神经元和 B 神经元的关系确立也可以通过现实世界的关系延伸达成一致后，由 B 神经元主动确认。在两个神经元的领导和控制关系确定后，B 神经元脱离控制和领导关系需要得到 A 神经元的确认。

2) 第二种关系原则：合同关系原则

在 B 神经元对关系进行确认时，可以接受 A 神经元提出的时间期限等合同约定条款。如果没有时间等条件限制，B 神经元可以在任何时候取消被控制或被领导关系。如果同意约定时间，则在约定时间内除非 A 神经元同意，否则 B 神经元不能取消合同关系。

3) 第三种关系原则：平等授权原则

如果城市神经元之间是平等关系，相互之间根据需要进行功能的授权或取消。A 神经元和 B 神经元可以根据需要相互进行授权对方可以使用哪些功能，也可以随时取消授权。

3.5 研究方向五：城市大脑的总体技术框架标准

互联网系统架构有两种重要的模式，分别是中心型架构和去中心化（分布式）架构。其中，中心型架构中有 B/S、C/S 或云计算模式，去中心化（分布式）架构有 P2P 或区块链模式。

采用哪种技术结构来构建全球统一的城市大脑标准，对于城市大脑的未来扩展将具有重要影响。与在一个城市内部建立城市大脑不同，不同城市之间、特别是不同国家的城市之间，由于涉及到城市管辖和国家主权问题，用中心化架构明显会有很大阻力。但完全采用去中心架构，全球的城市大脑之间的联系也会因为过于松散而面临失控的危险。因此，能否采取“中心+分布式”的方式是值得研究的方向。

一. 中心化架构对于城市大脑的优点和缺点

1. 第一种中心化类型：客户机-服务器，Client-Server (C/S)

客户机-服务器，Client-Server (C/S) 结构是最早的中心化架构之一。C/S 结构通常采取两层结构。服务器负责数据的管理，客户机负责完成与用户的交互任务。

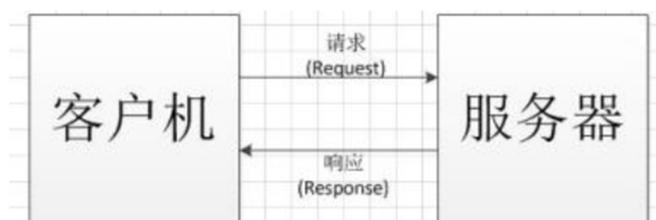


图 3.6 (C/S) 结构

C/S 结构在技术上已经很成熟，它的主要特点是交互性强、具有安全的存取模式、响应速度快、利于处理大量数据。但是 C/S 结构缺

少通用性，系统维护、升级需要重新设计和开发，增加了维护和管理
的难度，进一步的数据拓展困难较多。

2. 第二种中心化类型:浏览器/服务器架构, Browser/Server(B/S)

随着 Internet 和 WWW 的流行，以往的主机/终端和 C/S 都无法
满足当前的全球网络开放、互连、信息随处可见和信息共享的新要求，
于是就出现了 B/S 型模式，即浏览器/服务器结构。



图 3.7 (B/S) 结构

B/S 型模式是 C/S 架构的一种改进，可以说属于三层 C/S 架构。
主要是利用了不断成熟的 WWW 浏览器技术，用通用浏览器就实现了
原来需要复杂专用软件才能实现的强大功能，并节约了开发成本，是
一种全新的软件系统构造技术。

B/S 架构最大的优点是总体拥有成本低、维护方便、分布性强、
开发简单，可以不用安装任何专门的软件就能实现在任何地方进行操
作，客户端零维护，系统的扩展非常容易，只要有一台能上网的电脑
就能使用。最大的缺点就是通信开销大、系统和数据的安全性较难保
障，一旦发生服务器“崩溃”等问题，会使得所有的用户都无法正常
使用。

3. 第三种中心化类型：云计算（Cloud Computing）

云计算（Cloud Computing）指的是通过网络“云”将巨大的数据计算处理程序分解成无数个“小”程序，然后通过多部服务器组成的系统进行处理和分析这些小程序得到结果并返回给用户。这里的“云”，可以理解为一种硬件的统一、软件的统一和数据的统一的综合系统。

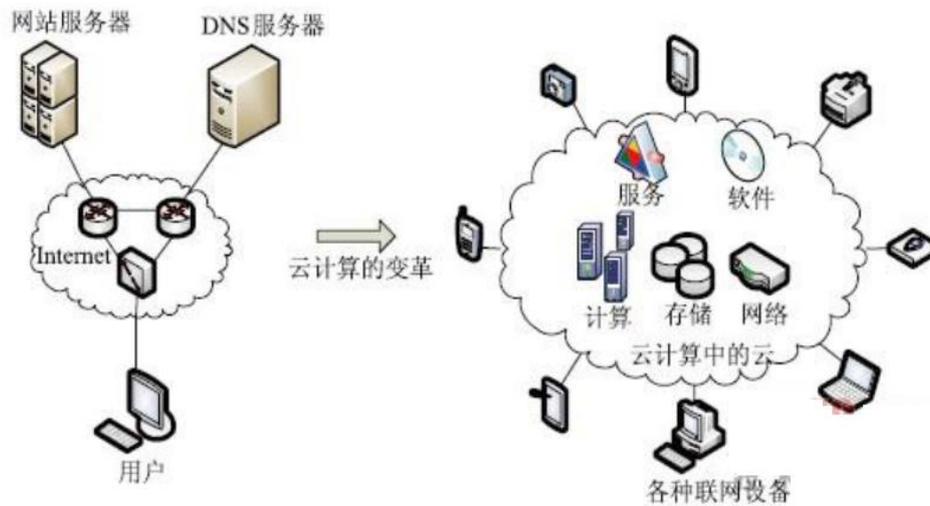


图 3.8 云计算结构图

从发展阶段看，云计算可以看做是 B/S 架构在互联网快速发展后产生的一种进化形态。20 世纪 90 年代开始，包括谷歌、亚马逊、Facebook、阿里巴巴、百度、腾讯等公司基于 B/S 结构逐步成长为互联网的巨头。这些企业开始建立功能强大的中心服务器集群，存放海量数据。上亿用户从它们服务器中获取自己需要的数据。当互联网巨头把自己没有用完的中心服务器资源开放出来，供企业、政府和个人使用时，云计算就出现了。

中心化的云计算应用对世界、国家、互联网用户的影响力越来越大。到 21 世纪前 10 年，B/S 架构发展为大规模的服务器集群服务，云计算在整个生态中承担了越来越重要的功能，它也成为当前中心化

架构最重要的代表。

应该说，对于城市大脑的未来发展，中心化不仅仅是一个技术架构问题，更重要的是一个发展思路问题。一方面中心化架构对于城市大脑的管理、运营和维护会有很多便利之处。另一方面，如果采用中心化架构，包括城市大脑的神经元地址分配、数据存储、关系权限分配、通讯协议的约定和软硬件的管理等方面会存在一个重要的问题：谁来承担这个全球性城市大脑管理员的职责？

目前城市之间往往互不隶属，是平等的关系。如果让某一个城市承担全国性城市大脑的管理职能，那么其它城市将很难愿意将自己的核心数据、权限管理、安全维护交给这个城市。

如果让国家部门对主权范围的城市大脑进行统一管理呢？这样是可以解决一个国家内部的城市大脑建设问题，但当一个国家的城市大脑需要和世界其它国家的城市进行连接时，又会面临主权的问题。特别在

城市核心数据、权限管理、安全维护、城市云反射弧设置、城市神经元运行关系的分配、城市大脑安全维护等涉及到国家安全的领域，完全的中心化管理的方式势必让城市大脑的全球化发展变得非常困难。

二. 去中心(分布式) 架构的种类和优缺点

1. 第一种分布式架构：对等式网络 (P2P) 架构

21 世纪初，互联网上出现了很多自由分享音乐、视频和论文资料的软件应用。它们大部分采用的是对等网络 (P2P) 架构，彼此连接的多台计算机之间都处于对等的地位，各台计算机有相同的功能，

无主从之分。

网络中的每一台计算机既能充当网络服务的请求者，又对其它计算机的请求做出响应，充当服务者，向其提供资源、服务和内容。这些资源和服务包括：信息的共享和交换、计算资源（如共享 CPU 算力）、共享存储（如缓存和磁盘空间的使用）、共享网络带宽、打印机共享等。

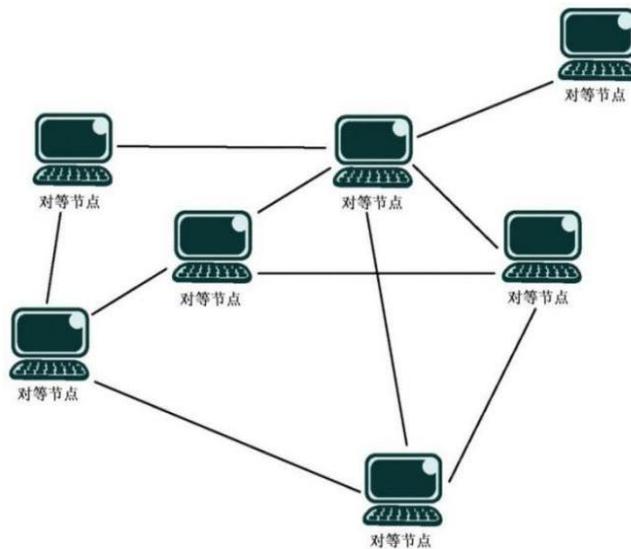


图 3.9 对等网络架构图

与客户端/服务器网络相比，对等网络易于扩展，而且比单台服务器更加可靠。单台服务器会受制于单点故障，或者会在网络使用率偏高时，形为瓶颈。由对等方组成的网络可共享处理器，整合计算资源以分担复杂的计算任务，而不只是单纯依赖一台计算机。这就如同一台虚拟的超级计算机。

但是对等网络也存在若干不足。例如对等网络中的每台计算机需要同时承担服务器与工作站两方面的任务。这就使原先的单用户计算机被当作多用户计算机来使用。在进行大批量的数据交换时，网络的性能会受到较大的影响。在对等网络中，资源不是被集中存放在某些

计算机中，而是分散地位于整个网络之中，被若干用户所管理着。因此，这种模式无法保证所有的用户都可以保护好各自的资源。

2. 第二种分布式架：区块链技术和架构

区块链本质上是对等网络（P2P）架构一种应用。对等网络也有很多应用方式，很多时候，并不要求每台计算机都保持信息一致，大家只存储自己需要的信息，需要时再到别的计算机去下载。

但是，区块链为了支持比特币等类型的金融交易，就要求发生的每一笔交易都要写入到历史交易记录中，并向所有安装区块链程序的计算机发送变动信息。每一台安装了区块链软件的计算机都步调一致地保持着最新变动和全部历史信息。

区块链这个全网同步、全网备份的能力就是常说的区块链安全、不可篡改特性的来源。虽然在实际上依然不是绝对的安全，但当用户量非常大时，区块链的确在防范信息篡改上有一定优势。

在区块链诞生之初，就有人提出要颠覆日益中心化的互联网应用。这是因为谷歌、亚马逊、Facebook、阿里巴巴、百度和腾讯等领先公司利用万维网 B/S（C/S）结构成长为中心化的互联网巨头，对世界、国家、用户的负面影响越来越大。

区块链的目标是通过把数据分散到每个互联网用户的计算机上，试图降低互联网巨头的影响力。但不幸的是，区块链的首要技术缺陷就来自于其所依赖的对等网络架构。

举个例子，目前淘宝网采用的是 B/S 结构，海量的产品和交易数据存放在淘宝的服务器集群里；几亿消费者通过浏览器到淘宝服务器网站获取最新信息和历史信息。如果用区块链技术，就会让几亿人的

个人电脑或手机上都保留一份完整的、海量的淘宝数据库；每发生一笔交易，就同步给其它几亿用户。这相当于同时建立和运行几亿个淘宝网站，所需传输和存储的数据量之大超出想象，在现实中是完全无法实现的。

以区块链为代表的完全去中心化的对等思想和架构，在技术上除了有关于安全，效率的问题外，还会存在如何在全球范围形成共识、保持迭代等问题。

但对等式网络可以解决城市大脑应用中心化架构面临的重要难题，即城市管辖权和国家管辖权问题。如果有了统一的神经元技术标准、编码标准和权限分配标准，不同的用户、团体、城市和国家都可以采用相对自治的方式进行运转和相互通讯。

三. 中心化和分布式混合架构的探讨

前文分别探讨了中心化架构和去中心化架构的优点和缺点。单独使用其中一种，都有可能对城市大脑的未来发展产生巨大的阻碍作用。由此，研究组考虑是否可以将这两种架构混合起来使用？即在不同尺度、范围、功能和应用场景下，世界范围的城市大脑的系统可以根据需要自主决定采取中心化或分布式网络结构相结合的方式。如图 3.10 所示

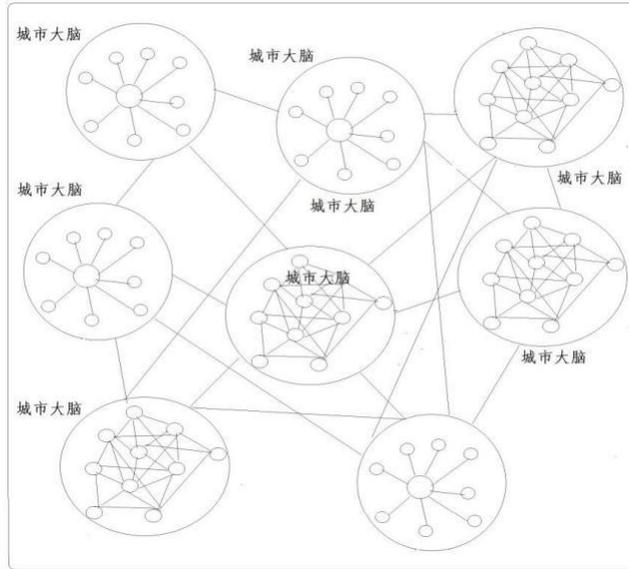


图 3.10 城市大脑混合架构的示意图

从图 3.10 中可以看到，在一个城市内部可以采用中心化结构。这样有利于一个城市作为技术和需求密集区进行统一管理和统一规划。而不同的城市由于城市功能、城市定位、城市规模不同，很难形成统一的技术框架；而且不同城市互不隶属，特别是不同国家的不同城市互不隶属，用中心化结构将带来权限、隐私、信息安全的争议。因此在不同城市或不同国家间互联互通时应该根据情况采取对等式网络结构。

当然在一个国家或一个地区（省）内部，如果有统一的规划，也可以将部分城市资源通过中心化架构进行处理。但为了保持城市大脑发展的弹性。建议从国家和地区级对城市大脑进行统一管理和中心化架构应该根据具体需求谨慎推进。

如果城市大脑变成全球性系统，一些标准化、规范化但非核心关键信息可以通过参与者共识进行决定，放在可信的第三方机构进行管理。该第三方负责维护神经元地址编码、空间位置编码、身份信息认证和城市大脑整体系统安全的规范等工作。

另外,应该有专门的组织机构从理论和应用两方面对城市大脑未来发展进行研究,以对城市大脑的管理者和标准执行者提供支持。

3.6 研究方向六:城市神经元的全球空间位置标准

根据映射对象的不同,城市神经元可划分为城市人类神经元、城市实物神经元、城市程序神经元和城市团体神经元。

其中,城市人类神经元、城市实物神经元对应着数量庞大的城市的居民、各种传感器、无人汽车、机器人、无人机、智能设备、智能家用和办公设备等等。这些城市神经元存在于现实世界中,或固定在具体的位置上,或者不断在城市或者地区甚至全球范围内移动。

如何对这些城市神经元所对应元素的位置变动进行定位非常关键。总体来看,目前人类对现实世界中物体的空间位置的技术支撑和编码规则都已经非常成熟。从城市大脑标准化建设的角度来看,可以结合已有的成果完成城市大脑城市神经元空间位置的定位需求。下面我们对这些技术进行介绍,有助于未来的了解和使用。

一. 空间定位技术和系统发展概述

21世纪以来,空间定位技术发展为判断城市神经元的定位提供了很好的技术保证。空间定位技术,是指以地理信息系统、遥感、全球定位系统为研究对象,内容包括空间信息、空间模型、空间分析和空间决策等。全球定位系统和遥感分别用于获取点、面空间信息或监测其变化,地理信息系统用于空间数据的存储、分析和处理。

全球定位系统 GPS 作为一种全新的现代定位方法,已逐渐在越来越多的领域取代了常规光学和电子仪器。80年代以来,尤其是90

年代以来，美国 GPS 卫星定位和导航技术与现代通信技术相结合，在空间定位技术方面引起了革命性的变化。

在 21 世纪的今天，世界范围内已经发展出中国北斗卫星导航系统 (BDS)、美国全球定位系统 (GPS)、俄罗斯格洛纳斯卫星导航系统 (GNSS)、欧洲伽利略卫星导航系统 (GSNS) 等覆盖全球范围的卫星导航系统。除此之外还有区域性卫星导航系统，如日本的 QZSS 和印度的 IRNSS 等。

卫星导航系统按测量导航参数的几何定位原理可分为多普勒测速、时间测距、测角和组合法等不同类型。其中测角法和组合法因精度较低等原因没有实际应用。

(1) 多普勒测速定位：“子午仪”卫星导航系统采取这种方法。用户定位设备根据从导航卫星上接收到的信号频率与卫星上发送的信号频率之间的多普勒频移测得多普勒频移曲线，根据这个曲线和卫星轨道参数即可算出用户的位置。

(2) 时间测距导航定位：“导航星”全球定位系统采用这种体制。用户接收设备精确测量由系统中不在同一平面的 4 颗卫星（为保证结果唯一，4 颗卫星不能在同一平面）发来信号的传播时间，然后完成一组包括 4 个方程式的模型数学运算，就可算出用户位置的三维坐标以及用户钟与系统时间的误差。

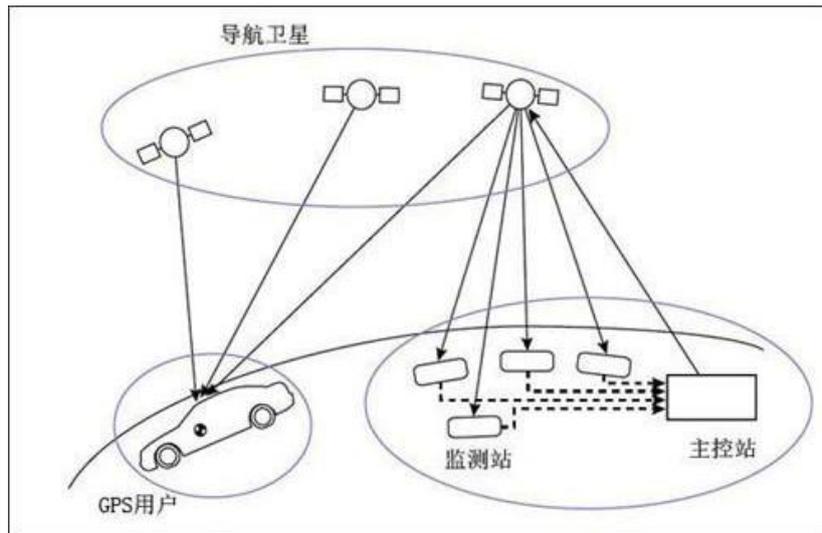


图 3.11 GPS 运行示意图

用户利用导航卫星所测得的自身地理位置坐标与其真实的地理位置坐标之差称定位误差，它是卫星导航系统最重要的性能指标。定位精度主要决定于轨道预报精度、导航参数测量精度及其几何放大系数和用户动态特性测量精度。

二. 空间位置编码简述

1. 地理坐标系（经纬度）简介

经纬度是经度与纬度的合称组成一个坐标系统。又称为地理坐标系。它是一种利用三度空间的球面来定义地球上的空间的球面坐标系，能够标示地球上的任何一个位置。

经线也称子午线，定义为地球表面连接南北两极的大圆线上的半圆弧。任两根经线的长度相等，相交于南北两极点。每一根经线都有其相对应的数值，称为经度。经线指示南北方向。

纬线定义为地球表面某点随地球自转所形成的轨迹。任何一根纬线都是圆形而且两两平行。纬线的长度是赤道的周长乘以纬线的纬度的余弦，所以赤道最长，离赤道越远的纬线，周长越短，到了两极就

缩为 0。纬线指示东西方向。

2. 海拔高度简介

在城市神经元对应的实物并不仅仅分布在地球的表面。例如无人机以及位于高层建筑、高山上的居民还面临不同高度位置的区分。而海拔高度可以为这个问题的解决提供帮助。

海拔 (Elevation) , 是指地面某个地点或者物体高出或者低于海平面的垂直距离, 是海拔高度的简称。它与相对高度相对, 计算海拔的参考基点是确认一个共同认可的海平面进行测算。这个海平面相当于标尺中的 0 刻度。因此, 海拔高度又称之为绝对高度或者绝对高程。

海拔

三. 北斗网格编码简介

北斗网格码 (Beidou Grid Code, 简称 BGC) 又称北斗网格位置码, 有时也称北斗导航网格码, 是中国北斗系统组织研发的全球区域位置标识编码。目前已成为中国的国家标准和军队标准。

北斗网格码和经纬度码的区别是经纬度码用一对坐标代表一个点的位置, 北斗网格码用一个整形数代表一个区域位置。该网格编码模型提出了一套对全球空间区域位置信息的统一标识和表达方法, 既能标识位置, 又能标识区域, 并且更加符合人的使用习惯与特点, 解决了经纬度体制对海量空间信息在标识和表达的唯一性、可读性、多尺度、层次关联、无缝无叠和难以表达对象内部信息等的难题。

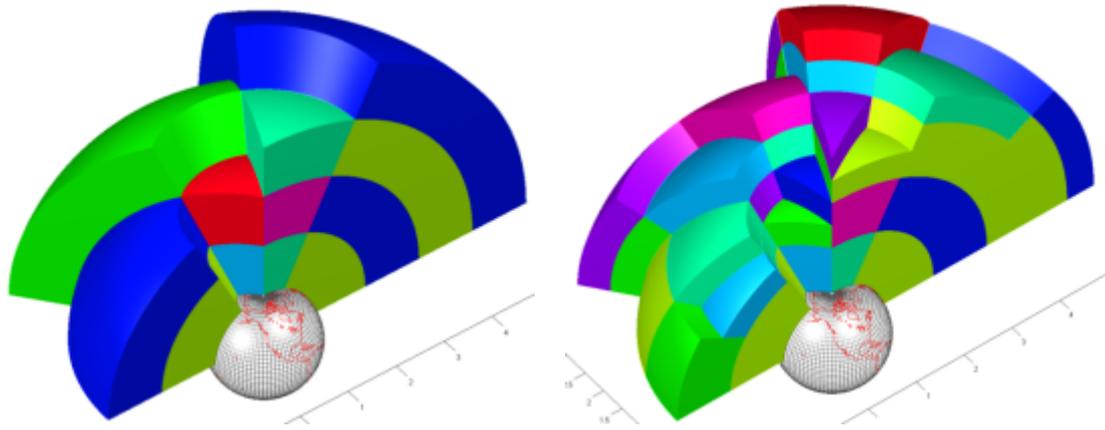


图 3.12 地球剖分理论示意图

经纬度体系在实际应用中遇到很多问题。第一个问题是全球区位标识。区位就是指区域的位置。长期以来，人们描述一个面或一个物体区域位置的方法十分复杂，通常要用一串经纬度坐标来描述，既不方便报送，也很难标识索引。所以，人们常用各种代码代替，包括 ID 码、门牌号、电线杆号、井盖号等等。

第二个问题是信息的整合和共享。由于一串经纬度难以做数据库索引的组件，因此空间信息系统中只能采用人为的 ID 码作为空间对象与属性之间的连接码。由于 ID 码是人为赋值的，没有统一的标准，同一个空间对象在各个空间数据库中 ID 码可能都不一样，导致各个部门之间数据整合与共享出现困难。

第三个问题是怎样快速计算物体之间的相对位置。比如对多个飞行器进行航路规划，需要用经纬度串组成的矢量矩阵进行复杂的浮点运算。由于经纬度的点特性，对描述空间区域将花费很多时间，存在一定的局限。

北斗网格码采用 GeoSOT 地球空间剖分模型，将上至地球外围 6 万多公里空间、下至地心的整个地球空间剖分成数以兆亿个大到全球空间、小到厘米级网格体，由 32 级剖分体元组成的地球空间剖分模

型。当高度为零时，这套模型就是地球表面的网格。

每一个网格以及网络体，充满整个空间，北斗网格码的编制就是在这样一个32级的网格划分体系下，采用的其中第一级是1:100万的图幅划分，一个9级的网格剖分数以及网格的编码，编码结果就是这一串码，第一级是N32G，1:100万地图分幅网格编码，15位数代表了地球上的某一个一米见方的网格。19位数就代表了一个1.5厘米的网格，这个网格都是地球上的客观存在的，它是一个区域位置的坐标，可以设计空、天、地、地下、水下三维立体空间的导航定位，表示地球空间的网格体，这个网格体小到1点几厘米，大到整个地球。同时这套网格码以精确、简易的字符形成它的简码，来用于人和人，以及任何计算机之间的通信。

北斗网格码的基本特点就是多尺度性、计算性、立体性和包容性。它的多尺度性使空间标识颗粒度最小可到厘米。计算性方面，由于北斗串编码是一个整形的二进制编码，可以用二进制位进行计算，实现空间信息组织、存储、传输、分发、服务等应用的高效“编码化操作”，计算速度是传统经纬度的10到100倍。

立体性方面，它包含了地球参考椭球面-6356公里到+64422公里的空间范围，涵盖了地球全域空间。所谓全域是指人类的主要活动都在四万公里以内，北斗编码已将其全部包含当然，如果需要的话，也可以有专门的北斗码对应深空探测和月球火星等。

包容性方面，北斗网格码与中国测绘图幅、气象图幅、海图、空图图幅以及世界各国的主要规格地理产品衔接，具有一致性，可以方便地绘制地图，通过一个网格就可以报出区域。

北斗网格码可以看作是空间大数据的集装箱。一个网格就是一个空间区域，可能是一个米级网格、公里级网格，也可能是个百公里级网格。这个区域上会包含很多信息，它能够通过网格码将落在其中的实体对象，以及与该对象相关的事件连接在该网格中，也就相当于把这些零散的数据装入到该集装箱中，从而有效地解决空间大数据集装箱化管理的问题。

上述空间编码方案中，有两种可以考虑纳入到城市神经元的全球空间位置标准中，一种是经纬度+海拔的编码方式，另一种是北斗网格位置码。具体采用哪一种可以根据城市大脑全球标准研究的推进情况不断深入并进行确定。

3.7 研究方向七：城市神经元的世界统一编码标准

城市神经元是城市大脑的基础单位。如果再把城市大脑看做是互联网大脑的子集，其关联的对象将包括世界范围的人类、智能设备、现实世界的所有物体或其它生物，虚拟空间的智能系统等。到 2020 年末，世界人口已经达到 70 亿，智能设备和智能系统已经超过千亿。在未来，随着人口和智能设备/系统的进一步扩展，城市神经元的数量还会继续增加。

城市神经元通过相互连接形成更为复杂的城市神经元网络，进而实现满足各种需求的城市云反射弧。在这个过程中，城市神经元如何确定自己的身份，如何识别交互的对象，需要一套对城市神经元的身份进行编码的规则。

在信息技术领域，为了区分信息交互的角色和对象，已有成功的地址编码或身份编码方案，其中比较突出的有 IPv4、IPv6 和 MAC 地

址等。我们对这些已经广泛应用并取得成功的地址编码进行简单介绍，为城市大脑的神经元地址编码研究提供参考。

一. IPv4 地址编码简介

Internet Protocol version 4, IPv4, 又称互联网通信协议第四版，是网际协议开发过程中的第四个修订版本，也是第一个被广泛部署的版本。IPv4 是互联网的核心，也是使用最广泛的网际协议版本。

IP 地址是指互联网协议地址（英语：Internet Protocol Address，又译为网际协议地址），是 IP Address 的缩写。IP 地址是 IP 协议提供的一种统一的地址格式，它为互联网上的每一个网络和每一台主机分配一个逻辑地址，以此来屏蔽物理地址的差异。

IPv4 使用 32 位 2 进制位的地址，通常用点分十进制记法书写，例如 192.168.0.1，其中的数字都是十进制的数字，中间用实心圆点分隔。一个 IPv4 地址可以分为网络地址和主机地址两部分，其中网络地址可以使用如下形式描述：192.168.0.0/16，其中斜线后的数字表示网络地址部分的长度是 16 位，这对应 2 个字节，即网络地址部分是 192.168.0.0。

互联网上的 IP 地址统一由一个叫“ICANN”（Internet Corporation for Assigned Names and Numbers，互联网赋名和编号公司）的组织来管理。主要有三个中心，InterNIC：负责美国及其它地区；ENIC：负责欧洲地区；APNIC（Asia Pacific Network Information Center）负责亚洲地区。

二. IPv6 地址编码简介

IPv4 大约只有 43 亿个地址。最初每一个连接入互联网的用户都要被分配使用一个 IPv4 地址，因此未分配的 IPv4 地址越来越少，由

此产生了 IPv4 地址耗尽的问题。为了根本解决 IPv4 地址耗尽的问题，IPv6 应运而生。

IPv6 的优势就在于它大大地扩展了地址的可用空间，IPv6 地址有 128 位长。通常写成 8 组，每组为四个十六进制数的形式。比如：AD80:0000:0000:0000:ABAA:0000:00C2:0002 是一个合法的 IPv6 地址。这个地址比较长，看起来不方便也不易于书写。零压缩法可以用来缩减其长度。如果几个连续段位的值都是 0，那么这些 0 就可以简单的以::来表示，上述地址就可写成 AD80::ABAA:0000:00C2:0002。

为了防止 IP 地址的浪费，IPv6 的地址空间管理是按规定的等级结构在全球范围内分配的，即按 IANA-区域注册机构 RIR-国家注册机构 NIR-ISP/本地注册机构 LIR-最终用户或 ISP 的层次结构进行地址分配。

IPv6 地址分配有两种策略：第一种是主机分配策略，在该策略下，上层注册机构将地址划分给下层注册机构进行分配与管理；另一种是指派策略，在该策略下，注册机构直接将地址分配给用户使用。

IPv6 可以有效解决 IPv4 数量不足的问题。如果地球表面（含陆地和水面）都覆盖着计算机，那么 IPv6 允许每平方米拥有 7×10^{23} 个 IP 地址；如果地址分配的速率是每微秒 100 万个，那么需要 10^{19} 年才能将所有的地址分配完毕。

三. MAC 地址编码简介

MAC 地址（英语：Media Access Control Address），直译为媒体存取控制位址，也称为局域网地址（LAN Address），MAC 位址，以太网地址（Ethernet Address）或物理地址（Physical Address），它是一个用来确认网络设备位置的位址。

MAC 地址由网络设备制造商生产时烧录在网卡 (Network Interface Card) 的 EPROM (一种闪存芯片, 通常可以通过程序擦写)。IP 地址与 MAC 地址在计算机里都是以二进制表示的, IP 地址是 32 位的, 而 MAC 地址则是 48 位的。

MAC 地址通常表示为 12 个 16 进制数, 如: 00-16-EA-AE-3C-40 就是一个 MAC 地址, 其中前 6 位 16 进制数 00-16-EA 代表网络硬件制造商的编号, 它由 IEEE (电气与电子工程师协会) 分配, 而后 6 位 16 进制数 AE-3C-40 代表该制造商所制造的某个网络产品(如网卡) 的系列号。只要不更改自己的 MAC 地址, MAC 地址在世界是唯一的。形象地说, MAC 地址就如同身份证上的身份证号码, 具有唯一性。

大多数接入 Internet 的方式是把主机通过局域网组织在一起, 然后再通过交换机或路由器等设备和 Internet 相连接。这样一来就出现了如何区分具体用户, 防止 IP 地址被盗用的问题。由于 IP 地址只是逻辑上的标识, 任何人都能随意修改, 因此不能用来具体标识一个用户。而 MAC 地址则不然, 它是固化在网卡里面的。从理论上讲, 除非盗来硬件即网卡, 否则一般是不能被冒名顶替的。基于 MAC 地址的这种特点, 因此局域网采用了用 MAC 地址来标识具体用户的方法。

四. 城市大脑神经元的全球身份地址编码

前文提到, 随着 21 世纪前沿科技的发展, 以互联网为基础的类脑复杂智能巨系统, 将人、机、系统等各种元素联系在一起进行信息和数据交互。同时, 由于不同元素的不同属性, 可以形成从感知到决策再到执行或反馈的类反射弧机制, 实现对人类社会问题和需求的解决。

为了实现万物互联和解决人类社会各种复杂问题, 在城市大脑和

更为复杂的世界神经网络中实现信息传递和精准反应，就需要在世界范围内给每个元素如人、机器、系统和团体设定一个特定的标识码，使其作为城市大脑神经元可以在世界智能系统中标识身份。

研究组认为生成城市大脑神经元身份编码时需要满足以下四个条件：

第一是城市大脑神经元编码生成的自主性。由于世界范围的城市之间在城市管辖权、国家主权上并不统一，如果按照 Facebook、Twitter、微信、以及 TCP/IP\M、MAC 地址的中心化分配方法，将很难获得世界范围所有城市管理者的认可。因此城市大脑神经元的身份编码应允许每个被连接的成员自主生成。

第二是城市大脑神经元编码生成的唯一性。因为城市大脑神经元的编码不是统一分配，而是在世界任何一个地方、任何时间自主生成，虽然可以采取随机数，时间戳等技术，依然无法完全避免编码的重复问题，需要采取验证机制进行规避。

第三是城市大脑神经元编码生成的统一性。虽然城市大脑神经元编码是独立生成，但为了实现世界范围各神经元节点的互联互通，就需要它们保持统一的生成规则、验证机制和保存方式。

为了满足上述三个条件，研究组提出一种新的万物互联神经元编码和实现机制。

1. 城市大脑神经元编码的构成说明

城市大脑神经元编码由多个数据片段构成：包含分类标识位、人工编码、归属编码、时间戳和随机数。

表 3.6 生成编码样例

分类标识位	人工编码	归属码	时间戳	随机数
-------	------	-----	-----	-----

1 位	7 位	4 位	14 位	6 位
1138.0551.0111.2020.0808.1205.0728.1276				

分类标识位表示城市大脑神经元的类型，包括人、实物、程序和团队四种类型。

人工编码是允许城市大脑神经元所有者手工设置的数据编码，如果所有者放弃手工设置，允许系统程序自动随机生成。

归属码是城市大脑神经元生成编码后，进行唯一性验证的服务器编号。编码验证服务器也称编码验证节点，编码验证服务器可以存在多个，归属码就是标准化组织给这些编码验证节点分配的编号。

时间戳是城市大脑神经元生成时系统给出的时间点。可以精确到秒、毫秒或纳秒。

随机数是编码生成系统自动生成的伪随机数，是实现每个编码极大概率不重复的基础。

2. 工程师 A 的城市大脑神经元编码形成范例

第一步：首先建立编码验证节点服务器，由城市大脑标准研究组主导完成。标准组织是由多国研究专家组成的中立研究团体。

建立第一台编码验证节点：确定该节点归属码和寻址地址；归属码为四位，则第一台编码验证节点的归属码为 0000；该节点将归属码和寻址地址写入到其验证编码数据库中。

建立第二台编码验证节点：由需求方（如纽约市节点运营团队）向研究组织提出申请；审核通过后可设立第二台编码验证节点，其归属码为 0001；该节点将归属编码和寻址地址写入到自己的编码验证节点数据库，然后与第一台编码验证节点服务器同步数据库记录。

第三台、第四台以及更多编码验证节点按照第二台的流程建立。

第二步：中国北京的一名工程师 A 需要生成自己的城市神经元编码。而且城市神经元编码的规则确定如下：

表 3.7 城市神经元编码的规则

分类标识位	人工主编码	人工子编码	归属码	时间戳	随机数
1 位	11 位	4 位	4 位	14 位	6 位

工程师 A 打开城市大脑神经元编码生成程序，手工录入分类标识位为 1（假设人类为 1，实物为 2，程序为 3，团体为 4），人工主编码为 13811101247，人工子编码为 0001，归属码为 0001（假设 0001 代表中国的编码验证节点），点击确认，系统生成时间戳 2020.0901.1204.01，随机数为 89.2345，这样生成编码如下：1138.0551.3458.0001.0001.2020.0808.1205.0728.1276。

第三步：工程师 A 继续填写自己的联系邮箱 wangyiming@126.com，然后系统将生成的编码和邮箱信息发送给编码验证服务器 0001，编码验证服务器 0001 将工程师 A 的城市大脑神经元编码与保存全网编码的编码数据库进行比对，如果发现没有重复，则将工程师 A 的编码和邮箱信息保存到编码数据库中，并同步给其它编码验证服务器。同时通知工程师 A 的编码生成系统以及邮箱验证成功，工程师 A 可以根据电子邮箱作为验证机制向编码验证服务器发送与自己相关的信息如 IP 地址、个人介绍等。

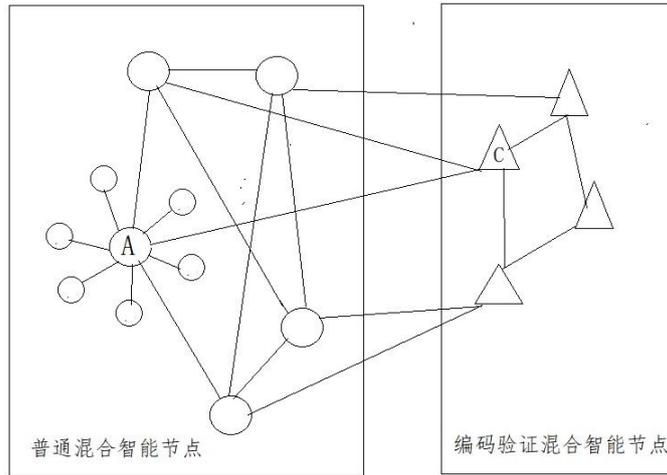


图 3.13 工程师 A 编码生成示意图

3. 传感器 B 城市大脑神经元编码的生成范例

第一步：欧洲德国 X 公司需要给 1 万个传感器生成城市神经元编码，传感器 B 是其中一个。编码规则与流程与上一个案例相同。

表 3.8 城市神经元编码的规则

分类标识位	人工主编码	人工子编码	归属码	时间戳	随机数
1 位	11 位	4 位	4 位	14 位	6 位

德国编码验证节点服务器为归属编码为 0009, X 公司操作人员打开城市大脑神经元编码生成程序，选择批量生成，批量生成元素的分类标准为 2(实物)，选择放弃手工编码设置。归属码统一设置为 0009，联系邮箱统一为 xmem@google.com，然后点击生成。其中，传感器 B 的编码生成： 2638.7531.6751.1908.0009.2020.1011.0912.3456.6926.

第三步：X 公司的编码生成系统将生成的 1 万个传感器编码和邮箱信息发送给编码验证服务器 0009，编码验证服务器 0009 将 1 万个编码与编码验证数据库进行比对。如果发现编码有重复，比如传感器 B 的编码与编码数据库已有记录重复，验证服务器将不成功信息发送

给 X 公司的编码生成系统和邮箱，要求 X 公司重新生成传感器 B 的编码。

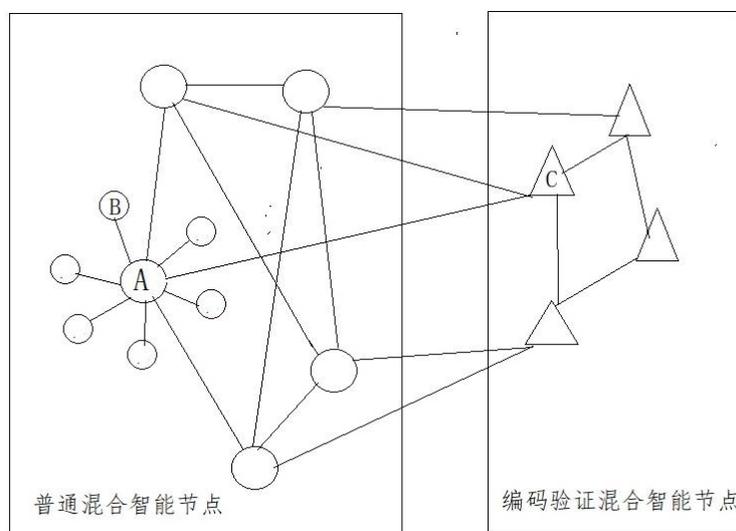


图 3.14 传感器 B 编码生成示意图

城市大脑神经元编码和实现机制具有以下几个特点（1）城市神经元编码的自主生成；（2）生成过程中人工和机器共同参与，也可以在人工设置初始条件后由机器生成；（3）设置编码验证节点，确保每个验证后确认的城市神经元编码绝对唯一；（4）通过多个编码验证节点和归属码的设置，使得中心化的验证节点也具有分布式特征，满足未来不同国家和地区的独立验证需求并保持世界范围编码的统一。

3.8 研究方向八：城市大脑云反射弧建设标准

随着人类用户、传感器、云机器人、智能设备的类脑神经网络的陆续加入，互联网大脑模型的各神经系统将逐渐完善起来。这样在人类神经系统中一个非常重要的智能现象-反射功能在互联网大脑模型中也将出现，我们将互联网大脑的这个反射过程命名为“云反射

弧”。云反射弧是互联网大脑成为一个类脑复杂智能巨系统，对互联网内部和外部世界的信息刺激产生反应的关键。

同样，互联网大脑的这一机制也必然会应用于城市大脑的建设中，而且将成为城市大脑最重要的组成部分。一方面，包括城市神经元的种类、功能、关系、空间位置、身份编码以及城市大脑的总体架构的标准研究，最终都是为实现城市大脑的云反射弧提供支持。另一方面，一个城市的高效运转、成员需求的满足、各种城市问题的解决也都需要通过城市云反射弧来解决。在详细介绍城市云反射弧之前，我们首先了解脑科学中，神经反射弧是如何组成和运转的。

一. 脑科学神经反射弧简介

反射就是人类或是其它高级动物在中枢神经系统参与下，对内外环境的变化做出的有规律性的适应性反应，是生命展现智能的最重要机制。

神经反射弧 (reflex arc)是执行反射活动的特定神经结构。从外周感受器接受信息，经传入神经，将信息传到神经中枢，再由传出神经将反应的信息返回到外周效应器。实质上是神经元之间的特殊联络结构。



图 3.15 神经反射弧 (reflex arc)示意图

神经反射弧典型的模式一般由感受器、传入神经、神经中枢、传

出神经和效应器五个部分组成。其中：

1. 感受器是感觉神经元周围突起的末梢。它能接受刺激，并把刺激转化为神经冲动，由感觉纤维传入中枢引起感觉；

2. 传入神经是具有从神经末梢向中枢传导冲动的神经纤维称为传入神经；

3. 神经中枢是指调节某一特定生理功能的神经元群。是由大量神经元组成的，这些神经元组合成许多不同的神经中枢；

4. 传出神经是指把中枢神经系统的兴奋传到各个器官或外围部分的神经；

5. 效应器就是传出神经纤维末梢及其所支配的肌肉或腺体。

二. 城市大脑的神经反射弧构成

与人类神经反射结构相同，互联网大脑和城市大脑的云反射弧，同样包含5个部分（输入神经和输出神经合并成一个部分介绍）。

1. 云反射弧的感受器由视觉传感器、听觉传感器、触觉传感器等等电子传感器以及人类互联网用户的感知构成；

2. 互联网云反射弧的传入神经纤维和传出神经纤维由光纤、卫星通信、移动通讯、电话线等设备和技术构成；

3. 云反射弧的中枢神经由互联网服务器集群以及运转在之上的操作系统以及AI巨系统或人类管理员构成；

4. 云反射弧的效应器由云机器人、无人机、智能汽车、智能机床、3D打印等智能设备以及人的操作参与构成。

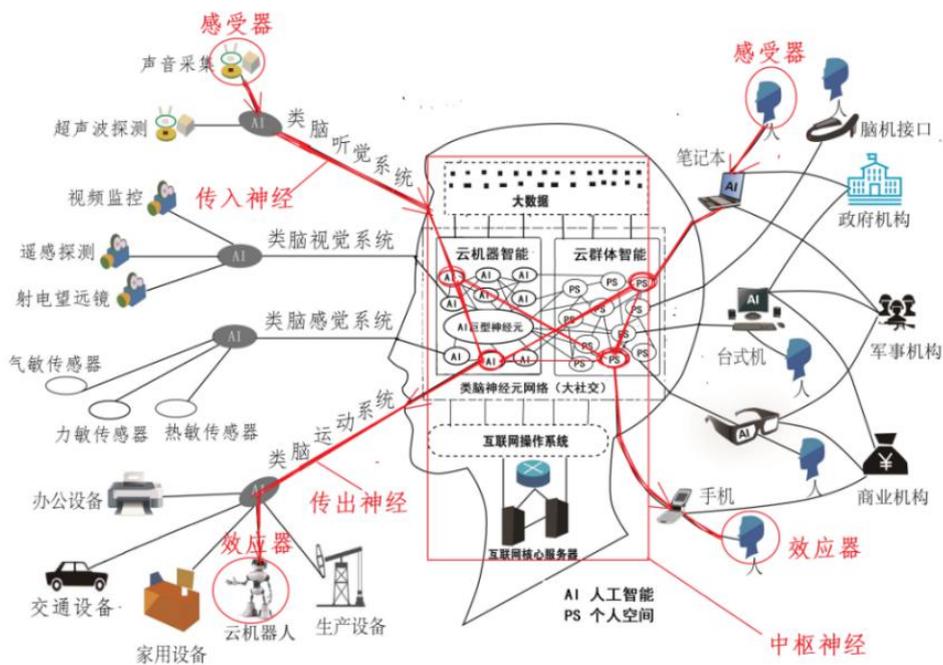


图 3.16 互联网大脑的云反射弧图示

现实中已经出现了很多神经反射弧案例，几乎每时每刻，从世界各地发起的云神经反射现象都在不断的产生和消失。例如，办公大楼火警传感器发现火苗，通知消防队，消防队出动进行灭火；汽车传感器发现有盗贼，发短信给车主，车主赶到将盗贼抓住；湿度传感器发现空气湿度加大，有下雨迹象，通知野外挖掘设备打开防雨设备等。

城市云反射弧的建设水平反映出互联网大脑为人类社会提供智慧服务、处理各种问题的能力和速度。云反射弧的种类越多、反应速度越快、城市的智慧程度也会越高。云反射弧包括但不限于安防云反射弧，金融云反射弧，交通云反射弧，能源云反射弧，教育云反射弧，医疗云反射弧、旅游云反射弧和零售云反射弧等等。具体优先建设和使用哪种反射弧提供服务，需要根据具体的城市需求和承受能力规划实施。

三. 城市大脑云反射弧的应用案例

家庭火灾远程监控和救助系统能帮助留守老人和儿童家庭进行防火预警与快速反应。这套系统由无线终端、业务平台和传感探测设备（烟感、紧急救助按钮等）组成。它的工作过程就是一个典型的城市神经反射弧范例。

当发生火灾或其它紧急事件时，探测器发出报警信号（或手动按下救助按钮），信息将通过 GPRS 或 TD 无线网络传输到四个地方：一是社区监控中心；二是属地消防部门的消防巡防车或者防火机器人；三是全市 119 火灾调度指挥中心；四是发生火灾家庭的业主及其亲人和邻居朋友的手机。

消防部门接到报警后能第一时间赶赴现场开展救助，为扑灭火灾和应急处置赢得时间，避免了灾难的蔓延扩大，最大限度地减少人员伤亡和财产损失。从这个系统我们可以看出，除了传感器和机器人可以作为感受器和效应器，人也是互联网反射弧中重要的因素，既可以做感受器也可以做效应器。

四. 如何规划和实现城市大脑云反射弧

构建城市大脑的最终目的是为提高城市的运行效率，解决城市运行中面临的各种复杂问题，更好地满足人们对美好生活的需求。因此在包括物联网、云计算、大数据、人工智能、边缘计算、5G 和卫星导航等等技术的支撑下，通过城市大脑神经元网络将城市各要素连接起来仅仅是实现了第一步；通过各种城市神经反射弧城市的各种需求和问题通过各种城市神经反射弧进行解决才是构建城市大脑的最终目标。智能驾驶、共享单车、智能护理、城市安全和智能无人商店等等很多场景都将需要城市神经反射弧的支撑。如何增强城市神经反射弧的健壮性（鲁棒性），如何加快城市神经反射弧的反应速度和执行

效率，将是城市大脑发展的重点。

总体来看，构建城市云反射弧要解决一系列关键问题：

1.谁来规划？

面对城市运行中纷繁复杂的需求，哪些问题需要率先建立云反射弧？需要传递给哪些人、设备或系统？这些人、设备或系统需要执行什么功能？做出哪些反应？然后需要继续向哪些人、设备和系统传递？云反射弧停止工作的条件是什么？这些问题都必须由城市治理决策者做出统筹规划。

2.谁来建设、管理和维护？

在完成了城市云反射弧的规划后，需要明确每一条城市云反射弧的责任主体。责任主体要确保成功建立其负责的城市云反射弧，并保障这条反射弧正常运转。当该反射弧上任何节点出现故障或权限问题时，能够及时得到解决。此外，还要负责与其它城市神经元建立联系。

3.不同类型城市神经元如何参与到一条城市云反射弧中？

城市神经元包括人、实物、系统和团队等不同类型。这些不同的神经元如何主动和被动的加入到任意一条可能的城市云反射弧中？在什么情况下有同意和拒绝加入的权利？在什么情况下可以被强制加入到某条城市云反射弧中？

4.如何对城市云反射弧的合理性、合法性、安全性进行评估和审核？

当城市开始启动云反射弧规划、建设和运行时，城市管理者如何对这些云反射弧链条的合理性、合法性、安全性进行评估和审核？谁能对跨国协同的城市云反射弧的理性、合法性、安全性进行评估？这可能需要同文讨论到的第三方中立标准组织进行评估，进而为城市管理者提供支持、为不同城市不同国家涉及到的人、机构提供协调。

五. 城市大脑云反射弧的种类

作为真正让城市展现智能的机制，城市神经反射弧在未来城市大脑的建设中将起到非常重要的作用。从实践上看，可能会出现7种不同的城市神经反射弧。

第一种是网络传感器（感受器）到联网机器人（效应器）的反射弧：

例如，大楼某楼层温度传感器检测到室内温度升高超过100度，同时气敏传感器检测到室内二氧化碳浓度升高到一定水平，于是报警信息将通过互联网线路传送到服务器。服务器将发送指令给相应楼层的灭火机器人，灭火机器人则操控水枪进行灭火。

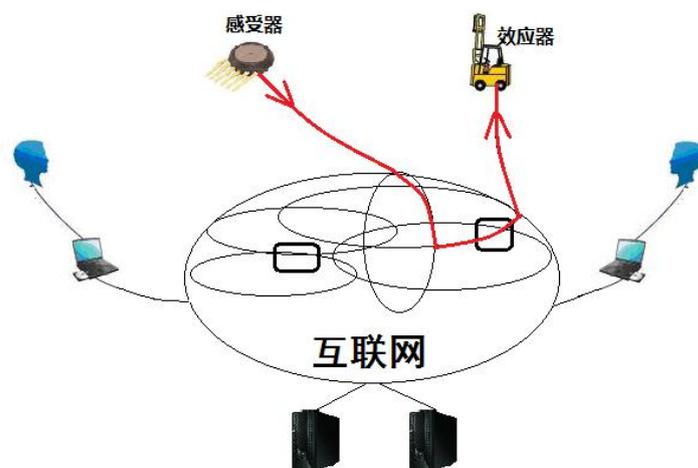


图 3.17 传感器到机器人的反射弧

第二种是人（感受器）到联网机器人（效应器）的反射弧：

例如，大楼监控室的值班人员发现某办公室出现火苗和烟雾，于是按下报警按钮，将报警信息通过互联网线路传送到服务器，服务器将发送指令给相应楼层的灭火机器人，灭火机器人则操控水枪进行灭火。

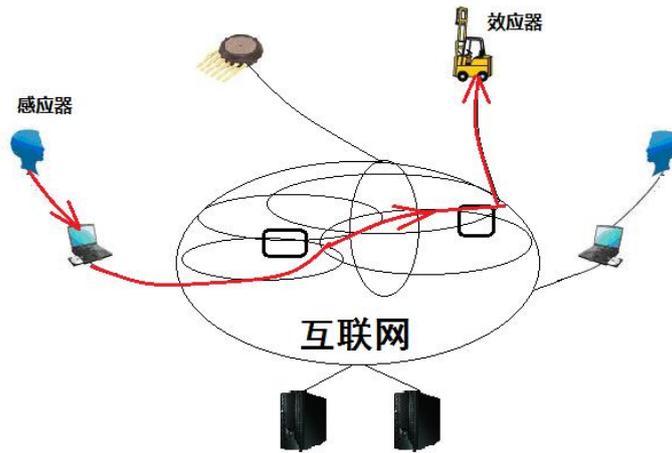


图 3.18 人到机器人的反射弧

第三种是网络传感器（感受器）到人（效应器）的反射弧：

例如，大楼温度传感器检测到室内温度升高超过 100 度，同时气敏传感器检测到室内二氧化碳浓度异常升高，于是报警信息通过互联网线路传送到服务器，服务器发送信息给附近的消防队，消防队出动消防人员来大大楼实施灭火。

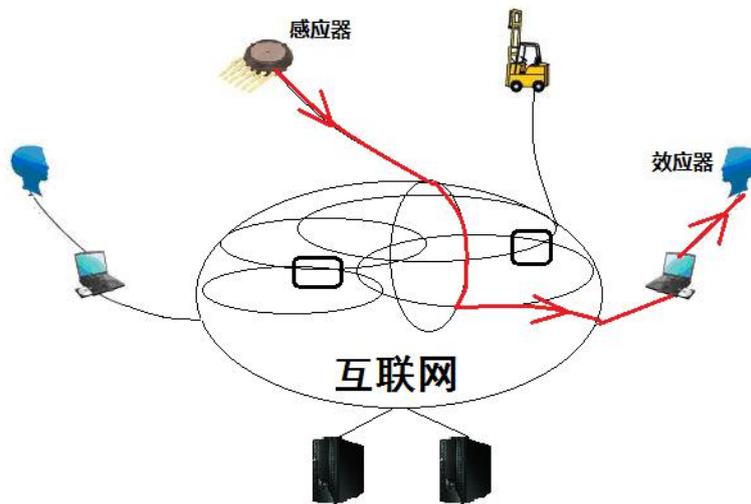


图 3.19 传感器到人的反射弧

第四种人（感受器）到人（效应器）的反射弧：

例如，大楼监控室的值班人员发现某办公室出现火苗和烟雾，于

是按下报警按钮，将报警信息通过互联网线路传送到服务器，服务器发送信息给附近的消防队，消防队出动消防人员来大大楼实施灭火

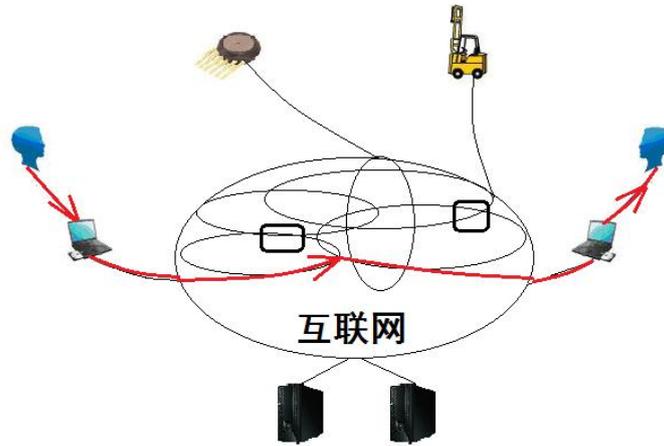


图 3.20 人到人的反射弧

第五种是智能程序（感受器）到联网机器人（效应器）的反射弧：

例如，互联网服务器中运行的自动监测程序，检测郊区云计算机房的服务器数据空间已满，发送报警信息给联网的搬运机器人，搬运机器人负责将服务器磁盘更换，解决数据满的问题。

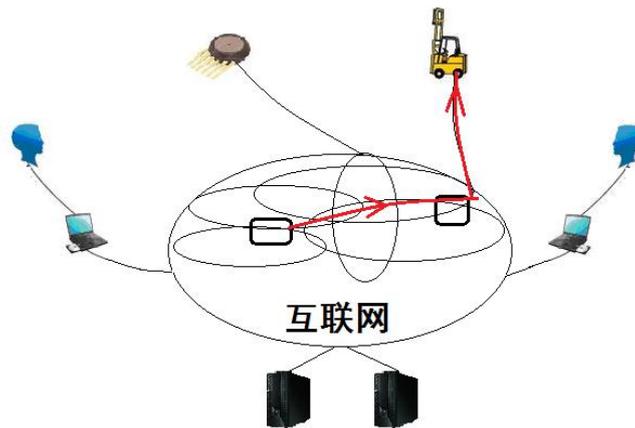


图 3.21 智能程序到机器人的反射弧

第六种是智能程序（感受器）到人（效应器）的反射弧：

例如，互联网服务器中运行的自动监测程序，检测郊区云计算机房的服务器数据空间的容量变化，当程序发现数据空间已满时，发送

报警信息给互联网中心服务器，由中心服务器发布短信或电子邮件，提醒机房值班人员，启动云计算机房的备用机器，扩充数据空间。

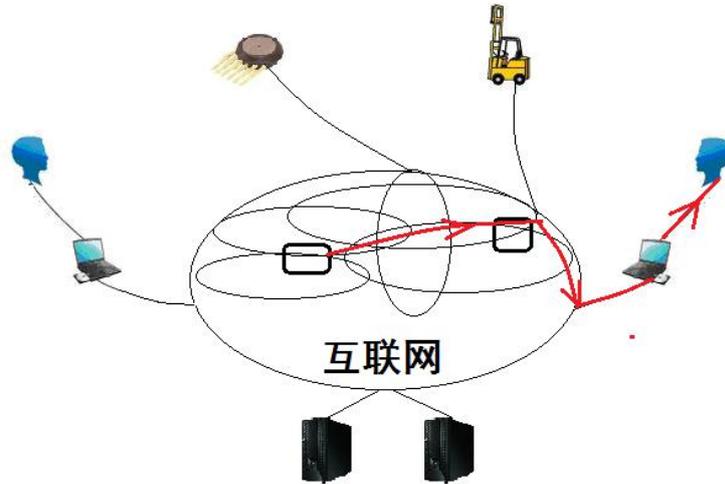


图 3.22 传感器到人的反射弧

第七种智能程序（感受器）到智能程序（效应器）的反射弧：

这种类型的神经反射弧可以看做是云端人工智能系统的对话。例如，互联网服务器中运行的自动监测程序，检测郊区云计算机房的服务器数据空间的容量变化，当程序发现数据空间已满时，发送报警信息给互联网中心服务器，由中心服务器发布指令给云计算机房的维护程序，停止向数据空间写入数据，避免数据空间过载。

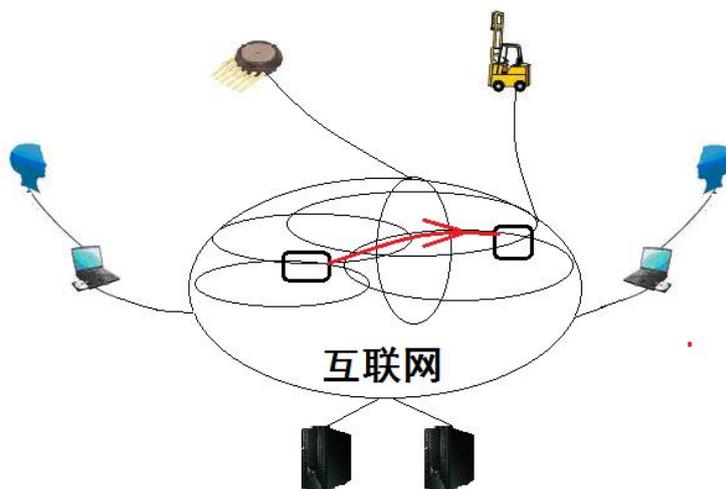


图 3.23 智能程序到智能程序的反射弧

在具体实践中，城市大脑的云反射弧往往是上述类多种型的组合。发起一次城市云反射活动的感受器可能是多种类型，如气敏传感器、压力传感器、声音传感器或者是人类；作为中枢神经系统参与决策的可能有多种智能体，如 AI 程序和人类；负责解决问题的效应器也可能是多种类型，如机器人、无人机、人类等；参与传输信息和数据的输入输出线路可能是多种类型，从光纤、5G 无线传输到卫星通讯等。

例如当温度、气敏等传感器或者值班人员发现重大火灾时，可以从不同渠道将警报发送给城市管理者和消防 AI 云端监控程序进行联合决策，然后将决策结果发送给消防人员和消防机器人，消防人员和消防机器人可以从不同地点到达现场灭火，而城市管理者可以进一步决策是否增加救援力量。这就是一个参与角色更为广泛的城市云反射弧案例。

3.9 研究方向九：构建城市大脑运行安全标准

基于互联网大脑模型建立的城市大脑是一个复杂的智能巨系统，作为一个面向未来的世界级系统，连接了数十亿人类和数百亿的智能设备和系统，包括计算机、服务器、交换机、路由器、电话线、光纤、卫星通讯、操作系统、网络协议、数据库、移动手机、传感器、摄像头、机器人、城市（农村）居民，社会管理者，政治，商业，军事机构等等。当这些元素连被接在一起之后，将按照人类社会的需求形成百亿级以上的云反射弧链条，在一个城市、一个国家，或在世界范围内跨越数千公里完成反射活动。

面对如此复杂的智能巨系统，除了对其构成元素、相互关系、运

行机制进行规范外，如何保障世界范围的城市大脑安全有序运转，避免城市大脑因安全问题对现实世界的人、设备、财产和其它生物造成损害将是一个更大的研究课题。为此，研究组将对如何构建城市大脑安全标准进行深入探讨。

一. 面向世界的城市大脑面临的安全风险

城市大脑的起源和发展并不是在一片空白中诞生，它是在互联网逐步发展并向类脑架构演化的过程中孕育而出的。在城市大脑诞生之前，社交网络（类脑神经元）、物联网（感觉神经系统）、云计算（中枢神经系统）、工业互联网、无人汽车，云机器人（运动神经系统）、大数据、人工智能（智能动力）、5G、光纤、卫星互联网（神经纤维）等等均已经在发展或成熟。城市大脑面临的有些安全问题是在互联网大脑各神经系统发育时已经出现的老问题，有些则是城市大脑概念诞生后出现的新问题，特别是城市大脑的云反射弧机制的安全问题。

1. 感知节点受到的安全威胁

感知终端，如智能传感节点等，可能会受到网络外部的恶意攻击，造成采集错误数据信息；其次，感知节点可能会受到来自网络内部的信息攻击，导致感知节点失效，破坏传感网系统；再次是原始数据采集完毕后需要进行传输，在此过程中信息很有可能被截获、破解或篡改，使得用户信息遭遇安全威胁。

除此之外，感知节点面临的安全问题还包括：假冒攻击，这是一种主动攻击形式，它极大地威胁着传感器节点间的协同工作；数据驱动攻击，这是通过向某个程序或应用发送数据，以产生非预期结果的攻击；恶意代码攻击，此种攻击一旦入侵成功，之后通过网络传播就

变得非常容易；拒绝服务攻击，由于未来城市大脑中节点数量庞大，因此在数据传播时，大量节点的数据传输需求会导致网络拥塞，产生拒绝服务攻击。

2. 传输数据和线路面临的安全威胁

数据传递可能涉及多个网络架构或者多个传输节点，在信息传输的每一个过程都存在安全隐患。最突出的安全问题表现在互联网、物联网通讯线路常见的攻击手段，如 DOS 攻击、伪装攻击、中间人攻击等。城市大脑的网络线路未来多会采用多种异构网络，通信传输模型相比互联网更为复杂，算法破解、协议破解、中间人攻击等诸多攻击方式，以及 Key、协议、核心算法、证书等暴力破解情况时有发生。物联网数据传输管道自身与传输流量内容安全问题不容忽视。

3. 智能处理节点（神经元节点）面临的安全威胁

如前所述，城市大脑的神经元节点有统一的架构，包括（1）信息展示区；（2）功能模块区；（3）智能控制区；（4）神经元节点编码，对所有的城市大脑神经元节点进行统一的编码；（5）空间位置编码。神经元节点的这些功能项无论是为人类服务还是为智能设备、智能系统服务，都会面临的安全威胁，包括黑客侵入、管理员用户故意实施有害操作、AI 控制程序出现 BUG 等。根据每个神经元在城市大脑的角色不同，其出现安全问题所导致的危害也会有差异。

4. 智能设备（运动神经系统）面临的安全问题

虽然互联网或城市大脑上会出现信息泄露、传感器误差、传输线路不稳定等问题，但这些对现实世界的破坏性影响并不直接或带来伤害。但连接在城市大脑的智能设备（运动神经系统）出现问题就会直接带来严重后果。从广义上说，任何连接到互联网上可以移动或对现

实世界进行改造的设备都可看做是互联网大脑或城市大脑的运动神经系统。当这个系统出现问题时，可以产生出巨大的伤害。

例如，水库大坝的闸门可能会因为控制程序浮点数溢出而突然将闸门由“保持关闭”改为“迅速提升”，进而导致大坝突然放水，造成下游重大水灾；城市大脑云端控制的数千台机器人，可能会由于程序出现 BUG 导致混乱的运动和操作，对周围的工人造成伤害。

由此可以看出，城市大脑产生威胁人类安全的风险主要发生在运动神经系统的运行过程中。其中有两种可能产生风险的情况。

第一种是云人工智能中的 AI 程序，特别是 AI 巨型神经元程序出现 BUG，导致的重大事故。上面谈到的水库大坝突然放水、工业机器人失控乃至核武器发射都属于这一类。

第二种是黑客、违规操作者或操作新手等人为因素对城市大脑运动神经系统进行操作时导致的重大灾难。这是一种更为常见和更为严重的类型。包括黑客攻击医院的医疗设备、敌方人员接管无人机、智能机器人、航空器材等等。

5. 云反射弧面临的安全风险

城市大脑的云反射弧形成后，将把城市的各个要素关联起来，其中包括各种传感器、通讯线路、各种智能设备、具有传递和决策功能的神经元，以及参与到云反射弧的人类和团队等。城市大脑的云反射弧不但种类繁多、数量巨大，其跨越的地域往往也会非常广阔。

因此，云反射弧所面临的安全风险将更为复杂。除了可能会出现前面阐述的风险外，还可能会出现关联神经元节点任意退出反射链条、因管理权限被盗取导致反射线路被重新规划，甚至被引导到危险场景等问题。因此，在设计和规划云反射弧链条时，需要提前对相关

风险进行预判和防范。

二. 应对城市大脑安全问题的解决方案

为妥善应对城市大脑的安全问题，一方面，我们可以借鉴传统互联网 TCP/IP 协议的安全机制或物联网的安全机制。另一方面，针对城市大脑出现的新问题要，通过技术和管理创新予以解决。包括但不限于如下措施：

1.城市大脑加密机制

密码编码学是保障信息安全的基础。在传统 IP 网络中的加密形式通常有两种：点到点加密和端到端加密。从目前学术界所公认的物联网基础架构来看，不论是点点加密还是端端加密，实现起来都有困难。因为在感知层的节点上，要运行一个加密/解密程序不仅需要存储、高速 CPU，而且还要消耗节点的能量。因此，在城市大脑中实现加密机制原则上有可能，但是技术实施上难度大。

2.节点认证机制

节点认证机制是指通信的数据接收方能够确认数据发送方的真实身份，以及数据在传送过程中是否遭到篡改。从城市大脑的体系结构来看，神经元节点的认证机制非常有必要。身份认证是确保节点的身份信息，加密机制通过对数据进行编码来保证数据的完整性和机密性，以防止数据在传输过程中被窃取。PKI 是利用公钥理论和技术建立的提供信息安全服务的基础设施，是解决信息的真实性、完整性、机密性和不可否认性等一系列问题的技术基础，是物联网环境下保障信息安全的重要方案。

3. 访问控制技术

访问控制使 TCP/IP 网络和物联网在城市大脑环境下被赋予了新

的内涵，从TCP/IP网络中主要给“人”进行访问授权、变成了给机器进行访问授权。有限制的分配和交互共享数据，使得机器与机器之间的访问控制变得更加复杂。

4.态势分析及其它

网络态势感知与评估技术是对当前和未来一段时间内的网络运行状态进行定量和定性评价、实时监测和预警的一种新的网络安全监控技术。该理论和技术是一个正在兴起的研究领域，未来可以作为城市大脑的安全研究方向之一。

5.关键要素综合管理机制

城市大脑涉及的元素和管理主体非常复杂，技术架构也完全是中心化模式。因此，在相关技术、架构不断迭代发展、不同国家和城市的城市大脑在相互连接、相互影响的过程中，会产生权限、利益和人员组织等方面的冲突。这需要有第三方组织承担标准建设和维护职能，帮助不同城市大脑之间进行协调、同步和规范。

第四章 城市智商：城市大脑智能发展水平的评估

4.1 城市智商的定义

城市大脑本质是互联网类脑结构与城市建设相结合的产物。我们既然可以对人类大脑的智商进行评测，也应该可以对城市大脑的智能水平进行评估和测量。这是提出城市智商研究课题的重要原因。

在前文中我们提出了建设城市大脑的三原则，分别是：

一是建立统一的超级智能系统神经元节点技术框架（为人类、设备和软件系统建立）。

二是对每个神经元节点实现人机双智能控制，而且人类权限必须最大。

三是建立跨节点信息路由，实现超级智能系统的云反射弧。

在测量城市智商时，可以根据这三项原则设置相关评测指标和测试方法。虽然云计算、物联网、工业 4.0、大数据、边缘计算等相关领域技术都是在为城市大脑提供支撑，但由于不同城市的地域规模、人口数量有很大不同，考察一个城市的智商就不能简单地以一个城市的云计算、大数据和物联网等基础设施的发展水平进行衡量；应该重点观察与城市规模、人口数量无关的城市神经网络覆盖程度、人机结合，以人为主的执行情况，城市云反射弧的建设情况。由此城市智商可以这样定义：

城市智商（CITY IQ）是基于互联网大脑模型，对目标城市的城市神经网络（城市大社交网络）、神经元节点的人机控制权限、城市云反射弧三个核心要素进行综合评测，其测量结果代表了该城市在测试时间点的智力发展水平，即城市智商（CITY IQ）。

4.2 城市智商的测试量表

测试一个城市的智商主要从城市神经网络(城市大社交网络)、神经元节点的人机控制权限、城市云反射弧三个领域进行评测。具体测试时,还需要对这三个指标进一步细分,以更细的颗粒度契合城市的发展情况,如表 4.1 所示

表 4.1 城市智商测试量表

城市智商 (CITY IQ) 测试量表		
一级指标	二级指标	三级指标
城市神经网络	城市神经网络完善程度	
	城市神经网络统一程度	
	城市神经网络覆盖程度	
	城市神经网络活跃程度	
神经元节点人机控制权限	由人类控制	
	由 AI 控制	
	人类控制权最高	
城市云反射弧	安防云反射弧	反射弧反应速度
		稳定性 (鲁棒性)
	金融云反射弧	反射弧反应速度
		稳定性 (鲁棒性)
	交通云反射弧	反射弧反应速度
		稳定性 (鲁棒性)
	物流云反射弧	反射弧反应速度

		稳定性（鲁棒性）
能源云反射弧	反射弧反应速度	
	稳定性（鲁棒性）	
教育云反射弧	反射弧反应速度	
	稳定性（鲁棒性）	
社区云反射弧	反射弧反应速度	
	稳定性（鲁棒性）	
医疗云反射弧	反射弧反应速度	
	稳定性（鲁棒性）	
旅游云反射弧	反射弧反应速度	
	稳定性（鲁棒性）	
零售云反射弧	反射弧反应速度	
	稳定性（鲁棒性）	
农贸云反射弧	反射弧反应速度	
	稳定性（鲁棒性）	
环保云反射弧	反射弧反应速度	
	稳定性（鲁棒性）	
……（根据研究可以持续增加）		

对第一个领域“城市神经网络（城市大社交网络）”，测试量表中设立了4个二级指标，分别是：

(1) 城市神经网络稳定性：是指城市神经网络的硬件基础

设施和软件系统的稳定性，可以通过系统的年度故障率来进行测量。

(2) 城市神经网络统一程度：目前智慧城市的系统种类过于繁多，也不能相互联通，降低了城市神经网络架构统一性。因此，可通过统计一个城市的智慧城市系统数量和大社交网络的数量来评判城市神经网络统一程度。

(3) 城市神经网络的覆盖程度：这个指标主要评测一个城市的人口、商业机构、政府机构、城市设备有多大比例连接到一个统一的城市神经网络中，并可以进行信息交互。

(4) 城市神经网络的活跃程度：这个指标主要评测连接到城市神经网络中的人口、商业机构、政府机构、城市设备的信息交互活跃程度。

第二个领域“神经元节点的人机控制权限”主要对每个神经元节点的人机权限控制分配方案进行审查和统计，判断有多少比例的神经元节点实现人机双智能控制，并且人类权限最高。

第三个领域“城市云反射弧”主要反映出个城市在提供各种智慧相关服务过程中的种类和反应速度：城市云反射弧的种类越多、反应速度越快，其智慧程度也会越高。城市云反射弧在测试量表中共设了 N 个二级指标和两个三级指标，分别是健壮性（鲁棒性）和反应速度。

建设城市大脑所涉及的云反射弧种类很多，例如安防云反射弧、金融云反射弧、交通云反射弧、能源云反射弧、教育云反射弧、医疗云反射弧、旅游云反射弧和零售云反射弧等等。这些云反射弧的种类也会随着智慧城市的发展产生变化。为了便于规范和测量，可以为智慧城市设立“城市标准云反射弧种类库”，每年对城市标准云反射弧

种类库进行增加和删除。

在实际评测时，还需要对各个二级指标项通过专家打分法赋予权重，这样就可以形成如下计算公式：

$$\text{City IQ} = A * \text{IQ}(\text{城市神经网络}) + B * \text{IQ}(\text{人机权限分配}) + C * \text{IQ}(\text{城市云反射弧})$$
$$= A1 * \text{IQ}(\text{城市神经网络完善程度}) + B1 * \text{IQ}(\text{人机权限分配的完善程度}) \dots + C1(\text{安防云反射弧}) + C2(\text{交通云反射弧}) \dots$$

其中 A, B, C 为一级指标的权重， $A1 + A2 + \dots + B1 + B2 + \dots + C1 + C2 + \dots$ 为二级指标权重，而且

$$A + B + C = 100\% \text{ 和 } A1 + A2 + \dots + B1 + B2 + \dots + C1 + C2 + \dots = 100\%$$

4.3 范例:上海城市智商

我们以上海市作为案例来展示测试城市智商的具体过程。由于目前关于一个城市的很多关键数据还有缺失，下面我们只是给出模拟数字，仅作参考。

首先，我们需要研究上海市的居民、商业机构、政府机关以及上海市的车辆、大楼、家庭智能设备、工场智能设备、电力设施、路灯道路等重要城市设施有多少被连接到一个统一的城市神经元网络中，并可以进行相互的关注和交流。

据上海市统计局在 2018 年 3 月 8 日发布的数据，截至 2017 年底，上海市常住人口为 2418.33 万人；所使用的社交软件主要包括微信、QQ、Facebook 和 Twitter 等。

我们以使用人数最高的微信作为主要研究对象。根据腾讯公司公布的相关数据，微信在一线城市的渗透率为 93%，二线城市的为 69%，在三到五线城市的不到 50%。由此可以确定 2018 年上海至少有超过

2000 万人通过微信被连接到城市神经元网络上。

但是，还没有公开统计数据能表明上海市有多少城市设施被连接到微信或类似社交平台上。这其中包括座数量庞大的路灯、汽车、大楼、输油管道、家用电器、办公设备和工厂设备等等。我们假定上海有 10 亿个城市设施元素，其中 20% 有被连接到城市神经元网络上。那么，上海市的类脑神经网络完整性为 $10 \text{ 亿} * 20\% + 0.2 / 10 \text{ 亿} + 0.25 = 21\%$ 。

另外，我们还需要考核的是上海市在提供各种重要的城市服务时的反应速度和反应质量。例如，可以通过交通部门获得居民呼叫出租车或滴滴车辆的反应速度；通过消防部门获得城市发生火灾时，消防人员或消防机器人到达火灾地点的时间和速度；通过卫生部门获得伤/病人呼叫救护车的方式及其到达时间等。最后，对所有这些数据按照一定权重相加，就可以得到上海的城市智商。

但是，由于目前世界各城市的城市大脑发育还处于非常早期阶段，相关数据非常匮乏，对一个城市的智商进行测量并得出客观结果也就变得非常困难。

总之，城市大脑是在互联网与城市建设融合发展的大背景下产生的。从互联网大脑所衍生的电子商务、社交网络、物联网、云计算、工业互联网、人工智能等服务系统不断与城市企业、居民、建筑及机构相结合，城市也变得愈发智能。城市大脑的发生和发展是借助商业和科学的力量，从城市各个角落里悄悄萌发并壮大的。我们需要用科学的方法研究城市大脑发展规律，帮助政府、企业和投资机构了解并掌握这些规律、判断城市科技的未来发展动向。

第五章 城市大脑发展的七个阶段分析

通过对城市大脑三个顶层规范的实施难度和成熟条件的判断，结合城市发展历史和现代化进程，我们将城市大脑从产生到成熟、到最终形态划分为七个阶段，目的是为产业界和城市管理者提供一种分析城市大脑的发展状况、水平和趋势的模型与工具。通过发现当前城市大脑所处的状态和面临的问题，可为后续发展提前做出准备。随着城市大脑建设和相关研究的深入，7个阶段的时间边界应该会有所调整，以适应产业的发展需要。

1. 第一阶段 城市大脑的史前阶段（6000年前--2009年）

城市的起源可以上溯到6000多年以前。考古学证明最早的城市起源于两河流域的美索布达米亚平原。但城市并不是从一个地方产生以后向全球扩散的，而是在不同地域产生后各自传播。这就是城市产生的多元学说。

人类的第一个城市埃利都的城墙超过9.5公里，人口估计约为5万。城市的出现是人类走向成熟和文明的标志，也是人类群居生活的高级形式。

城市的“智慧”程度是伴随人类科技和文明的进步发展起来的。18世纪中叶开始的工业革命使城市迎来了一个崭新的发展时期。作为工业化原动力的各种要素，特别是煤炭、资本、工厂和人口在沿海地区迅速集中，形成了人口密度高、工业发达的城市。

到1950年，世界城市化率约为29.2%，1980年上升到39.6%，2000年达到46.6%，预计到2020年将达到57.45%。这个时期城市现代化的标志包括：城市内部与城市之间的分工与协作；基础设施高能化；道

路、交通（国内与国际）、通讯、供排水、供电和供气等现代设施的灵敏化；城市管理工作的信息化等。最终，如同最早期的单细胞生物体开始感知和反馈世界一样，城市也开始形成一些简单的感知和反馈机制。

2. 第二阶段 城市大脑的混沌阶段（2009年-2015年）

2009年1月，IBM公司首席执行官彭明盛首次提出“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。城市大脑开始在局部产生神经核团，实现了对城市部分功能的中心化、智能化组织和调控。

“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，智慧城市迅速在中国成为城市建设的热点，近千个城市宣布了自己的智慧城市建设计划。但是，这个阶段智慧城市的发展方向并不明晰，存在很多模糊的概念问题。一些专家认为智慧城市是把很多新的信息技术打包到城市建设的筐里，并没有统一的建设规划做指导，出现了盲目炒作、顶层设计缺乏、基础不扎实等问题。

在实施的过程中，由于存在利益纠葛，“智慧城市”成为各方势力的角斗场。住建部原副部长仇保兴曾指出：一些“智慧城市”方案不能解决任何一种城市病，有的是被IT企业“绑架”，成为企业推销产品的渠道；有的是被政府部门“绑架”，形成了信息孤岛，互不往来；还有不少则是“忽悠”，更有甚者，有些地方的“智能城市”从规划上就是错的。

总体上讲，智慧城市还存在很多概念和实施上的问题，城市大脑概念在这个阶段还没有被明确提出来。

3. 第三阶段 城市大脑的萌芽阶段（2015 年-2021 年）

2015 年，城市大脑的类脑智能巨系统定义被提出。这种定义认为在过去的近 50 年时间里，互联网逐步从网状结构发展成为大脑模型。互联网类脑架构与智慧城市建设结合是城市大脑产生的根源。城市大脑除了陆续建成了中枢神经、视觉、听觉、感觉和记忆神经之外，更重要的是出现了类脑神经元网络和城市云反射弧。

自 2016 年开始，阿里、百度、腾讯、华为和科大讯飞等企业先后提出了自己的泛城市大脑计划，包括阿里的 ET 城市大脑、百度城市大脑、腾讯未来城市（Wecity）、华为城市神经网络和讯飞超脑等。

到 2020 年，在这些科技企业的推动和支撑下，中国数百家城市启动了城市大脑建设工程。包括杭州、上海、北京、福州、铜陵、重庆、贵州和深圳等。在产业界，认为城市大脑是“基于云计算、物联网、大数据、人工智能等技术，支撑城市运行生命体征感知、公共资源优化配置、重大事件预测预警、宏观决策指挥的数字化基础设施和开放创新平台。”

这个时期，产业界实施的城市大脑方案与理论界主张的城市大脑方案并不相同。产业界的城市大脑方案主要是依托人工智能技术对城市的数据和信息进行管理的城市级人工智能系统；为了方便城市领导者掌握和管理城市信息，还建立了城市管理者“驾驶舱”，但类脑神经元网络和城市云反射弧还不是建设的重点。这个时期的城市大脑方案与互联网大脑的关系如用图 5.1 表示。

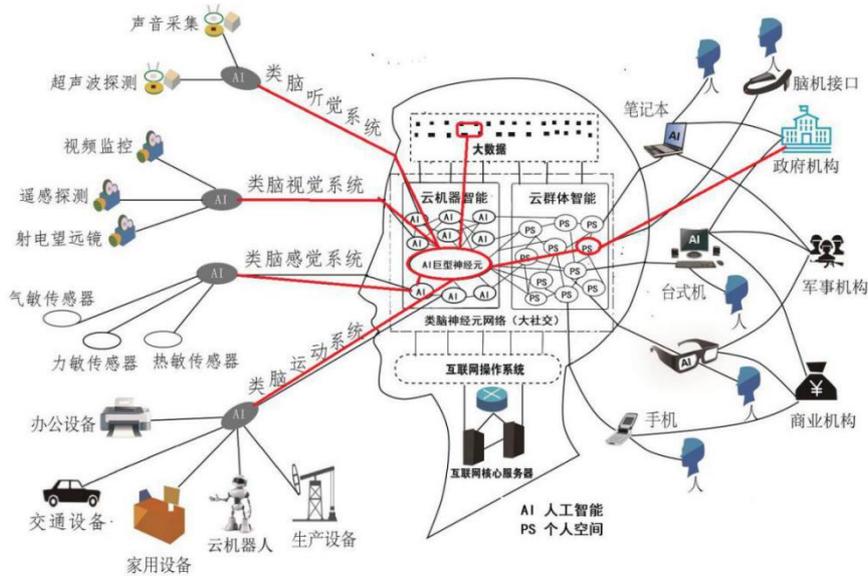


图 5.1 当前产业界建设的城市大脑特征示意图

从互联网大脑的架构图中可以看出，这个时期推进的城市大脑项目主要建设了巨型神经元控制下的城市人工智能中枢系统。因此，这个阶段也可以称为城市大脑的 AI 巨型神经元建设阶段。

城市更多元素还没有纳入到城市大脑的框架中。由于没有统一的建设标准，不同企业，不同城市建设的城市大脑依然存在信息孤岛或智能孤岛的问题。不但城市内的人、物、系统不能完全打通，不同城市之间的城市大脑也无法连接。这种情况可能为未来的城市大脑发展埋下隐患，并可能导致巨大的额外成本。

4. 第四阶段 城市大脑的连接阶段（2021-2045）

神经网络是生物大脑最重要的结构。同样，城市大脑最重要和最基础的工作也神经网络。这也是城市大脑第三个发发展阶段所缺失的内容。因为没有统一的神经元技术标准，城市内部的居民、设备、系统无法关联起来；更为重要的是城市之间的城市大脑也无法有效的连接。从起源看，城市大脑作为互联网大脑的子集，通过互联网大脑，城市大脑之间也应该借助统一的标准形成有机的整体，可以进行信息

的互联互通。

因此，建立统一的城市神经元框架标准并付诸实施就成为城市大脑第四个发展阶段最重要的任务。城市类脑神经网络能够为城市中每一个元素，包括：楼宇、路灯、汽车、燃气管道、城市居民、医生、商业机构、市政管理人员（市长），以及服务于交通、医疗和安全的智能系统等，提供统一的神经元节点空间。

在这个节点空间里，人、物和系统可以将自己的信息进行映射、同步，可以运行相应的管理控制程序，实现人与人、人与物、物与物、人与系统、物与系统、系统与系统的相互关注、信息交流与任务协作。

只有当所有城市神经元节点具有了统一的技术结构、节点编码和地址编码，才能保证城市大脑成为互联网大脑合格的子集；进而才有可能实现各城市大脑通过互联网大脑架构进行协同运作的发展目标。

如何构建城市神经元的技术标准，如何在不同城市之间、不同国家之间形成共识并付诸实施，将是一个漫长和困难的过程。因此城市大脑第四阶段预计会持续 10 年或数十年时间。

5. 第五阶段 城市大脑的分权阶段（2023 年-2045 年）

构建世界统一的城市神经元技术标准的目标是把城市、国家乃至世界范围的人、智能设备和智能系统连接起来，将数十亿人类、数亿智能设备和系统通过互联网大脑架构相连接，形成自然界前所未有的超级智能体。

作为子集，城市大脑也将连接百万级、千万级人口和上亿级的智能设备与系统。这其中既有人与人的关系，也有人与机器（系统）的关系、机器（系统）与机器（系统）的关系。此时，城市大脑需要重点解决三种关系的权限分配问题，也就是：机器（系统）与机器（系

统)的权限分配问题、人与人之间的权限分配问题、人与机器(系统)权限分配的问题。应该说,这是一项复杂度极高、工作量也异常巨大的工作。如图 5.2 所示。

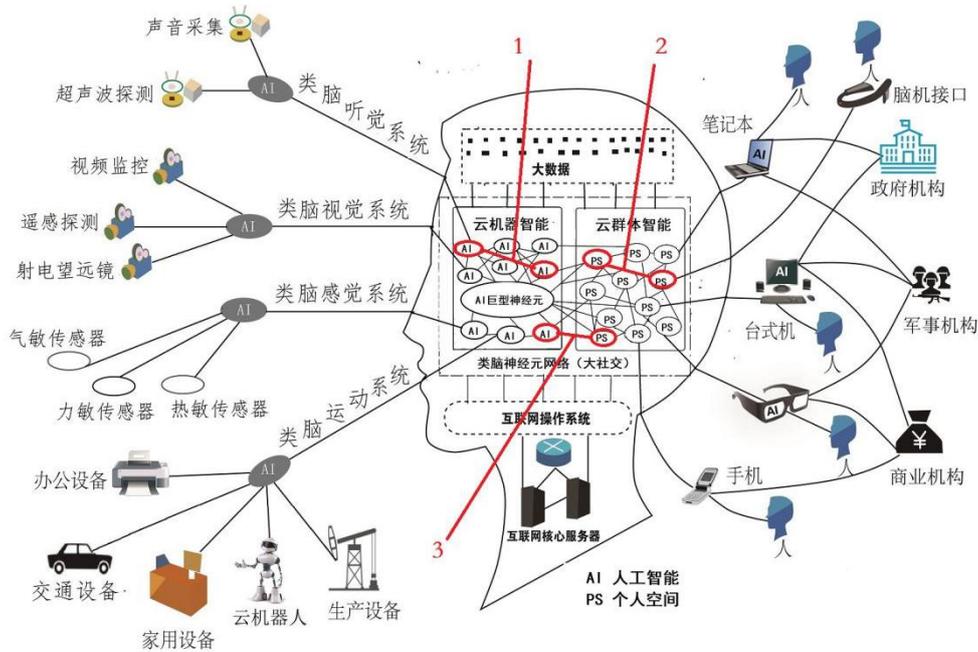


图 5.2 城市大脑权限分配示意图

第一个问题:机器(系统)与机器(系统)的权限分配。可以按照具体场景,对涉及的机器权限进行分配。在城市大脑第三阶段中,一些城市建设的城市大脑重点发展了城市级 AI 巨型神经元。这类神经元的权限在城市大脑中事实上已经处于较高级别。

第二个问题:人与人之间的权限分配。最简单的方法是将人类的社会关系映射进来,包括部门和单位的领导下属关系、城市管理者与居民之间的服务被服务关系、国家与地区领导者之间的管理和被管理关系等。

第三个问题:人与机器(系统)权限分配。在城市大脑的顶层规范中已经明确:任何一个城市神经元都可以实现人类和机器双智能控制,

但必须使人类用户的权限最大。这个规则的设定是为了确保在大尺度的城市大脑和互联网大脑体系中人类权限能超过机器权限，避免因把权限全部交给机器和 AI 系统所导致的失控现象。这也符合钱学森先生在“开放复杂巨系统”理论中提到的“人机结合，以人为本”的原则。如果在特殊场景下，一些城市神经元系统 AI 或机器智能的控制权限确有必要超过人类用户，则需要做严格的专家评估、详细的数据记录明确的责任安排。

6. 第六阶段 城市大脑的反射弧阶段（2025-2045）

我们知道反射弧是生命智能体展现智能的重要生理结构。同样，当城市的人、设备、物和系统都被连接到类脑神经网络中、完成人人、人机、机机的权限分配后，城市的大量需求就可以基于城市云反射弧实现：从感知城市的问题或需求，到中枢神经系统判断决策，最后反馈到现场予以执行，形成一条条城市大脑的云反射弧。它是城市大脑最终可以对城市的各种问题、需求、任务做出决策、产生反应、开展行动并最终解决问题的关键。

应该说城市将有大量需求可以通过云反射弧的机制得以实现。例如一次通过智能手机实现的出行打车、一次通过云端实现的购物活动以及一次通过烟雾传感器引发的灭火行动等等。

因此，当以互联网类脑架构为基础的城市大脑不断成熟后，根据城市的不同需求，建立和配置云反射弧将是这个阶段的重点工作，其中包括：医疗云反射弧、交通云反射弧、购物云反射弧、交通云反射弧、防火云反射弧和金融云反射弧等等。

除此之外，城市居民、企业和政府机构在这个机制下充当怎样的角色？跨越城市之间的区域级云反射弧如何协调？各种企业在这个过

程中如何支撑？这些问题也需要在发展中得到解决。

7. 第七阶段 城市大脑的世界神经系统阶段（2045-）

当各个国家的城市大脑走向连接和成熟后，世界范围的互联网大脑框架也就必然走向统一和成熟，如图 5.3 所示。

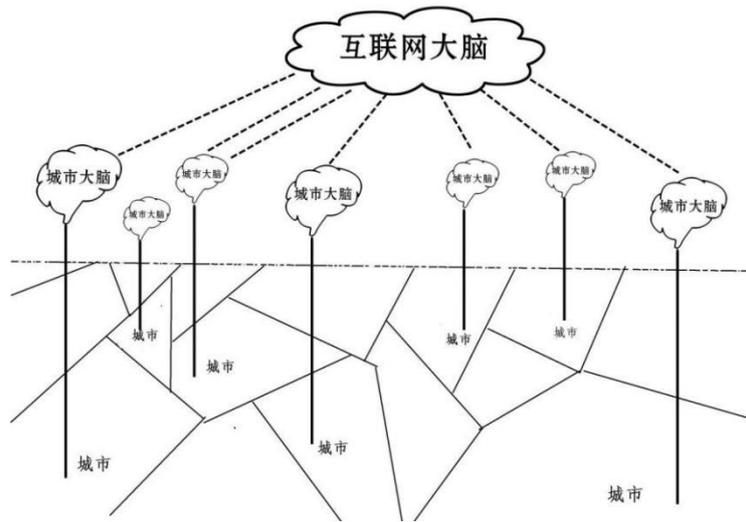


图 5.3 基于互联网大脑模型的世界脑示意图

历史上曾很多人提出了“社会可以看作是神经系统有机体”的概念，如认为国王是头、农夫是脚的观点，至少可以追溯到古希腊人和中世纪。英国哲学家赫伯特·斯宾塞在 1876 年发表了著作《社会是一个有机体》，详细比较了动物神经系统和人类社会的特征^[13]。1936 年，英国科幻作家赫伯特·乔治·威尔斯 (H. G. Wells) 出版了《世界脑》，提出世界脑就是构建一个世界规模的庞大知识库。美国传媒学家麦克卢汉 1964 年出版的《理解媒介》对社会与脑的关系做了这样的描述“在过去数千年的机械技术时代,人类实现了身体在空间中延伸;在一个多世纪的电子技术时代,人类已在全球范围延伸了自己的中枢神经系统并进一步在全球范围扩展”。

1983 年，英国哲学家彼得·罗素 (P.Russell) 撰写了《地球脑的觉醒

——进化的下一次飞跃》，对麦克卢汉的观点做了进一步延伸和明确。他提出人类社会通过政治、文化、技术等各种联系使地球成为一个类人脑的组织结构，也就是地球脑或全球脑。

中国科学家钱学森在1990年提出了“开放的复杂巨系统”，把科学理论、经验知识和专家判断统一起来，把各类信息和数据与计算机软硬件系统结合起来，构成人机结合、以人为主的系统，对事物反复进行定性与定量的分析和综合，最终从整体上研究和解决问题。

在过去50年的时间里，种种迹象表明，互联网正在不断从网状架构发展成为大脑模型。而城市大脑是形成互联网大脑模型最重要的基石之一。城市大脑连接城市的居民、设备和智能系统，进而形成国家级大脑，最终实现世界神经系统（World Wide Nervous System）。这是城市大脑发展的最终形态。经过第四、五、六阶段发展的城市大脑将使世界神经系统作为一个整体实现对世界的认知、判断、决策、反馈和改造，构建起一个全球统一的类脑智能支撑平台，推动人类社会的协同发展，为最终构筑起人类命运共同体奠定技术基础。

第六章 城市大脑与前沿科技的关系

6.1 二十一世纪前沿科技关系图

自 21 世纪以来，前沿科技和技术出现了爆炸式涌现的趋势，从 Web2.0、社交网络、物联网、移动互联网、大数据、工业 4.0、工业互联网、云机器人、深度学习、边缘计算到谷歌大脑、百度大脑、阿里 ET 大脑、360 安全大脑、腾讯超级大脑、华为 EI 智能体、城市大脑、城市云脑、工业大脑、农业大脑、航空大脑和社会大脑等等。这些新概念之间究竟有什么关系？

我们在第一章提到“在过去 50 年的时间里，互联网从网状结构进化成为大脑模型，人类群体智慧与机器群体智能通过互联网大脑结构形成了自然界前所未有的超级智能形式”。从根源上说，21 世纪诸多前沿科技的产生的是互联网大脑模型发育的结果，而这些科技概念也正是支撑城市大脑运转的基石。我们可以用一张图阐述这些科技新概念的关系（图 6.1 所示）。

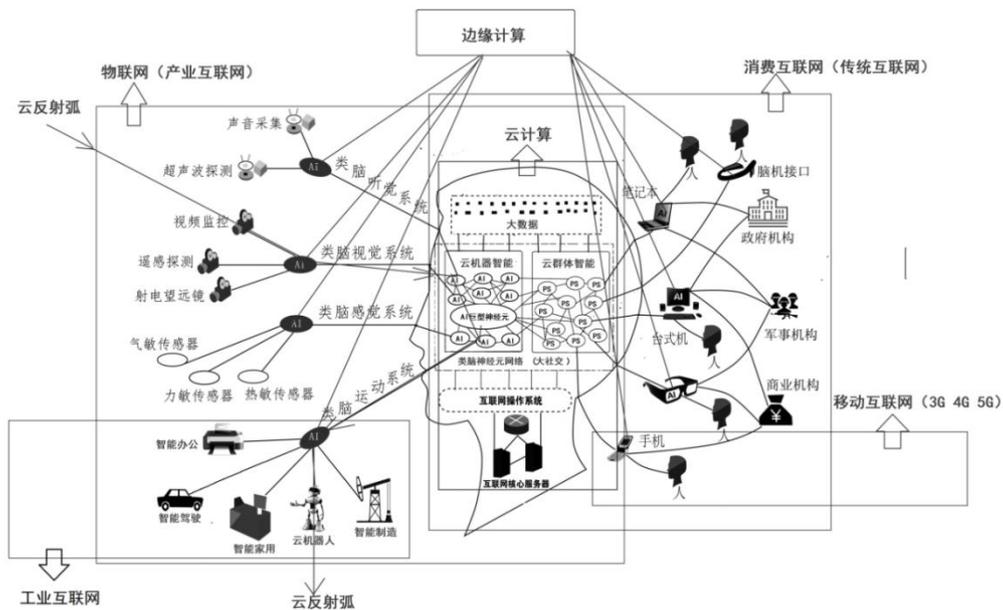


图 6.1 基于互联网大脑模型的前沿科技关系图

21 世纪涌现的这些新技术和新概念无一不是与互联网大脑架构的发育和形成有关（如图 1.3 所示）。在前沿科技方向，云计算对应中枢神经系统；物联网对应感觉神经系统；工业 4.0、云机器人、智能驾驶、3D 打印对应运动神经系统；边缘计算对应神经末梢；大社交网络、混合智能、云群体智能和云机器智能对应类脑神经元网络；移动通信和光纤技术对应神经纤维；区块链则反映了一种古老的神经系统在试图反抗互联网神经中枢化趋势。

在行业和产业方向上，互联网大脑架构与工业、农业、航空、交通、建筑、冶金、电力等行业结合，就形成了诸如工业大脑、农业大脑、航空大脑、冶金大脑、建筑大脑和电力大脑等。

在科技企业方向上，世界范围的科技巨头为了适应互联网类脑化趋势，不断将自己的核心业务与互联网大脑结合。因此，谷歌依托搜索引擎带来的大数据优势提出了谷歌大脑；科大讯飞依托语音识别技术优势提出了讯飞超脑；360 依托安全业务提出了 360 安全大脑；腾讯依托社交网络应用优势提出了腾讯超级大脑；阿里巴巴依托企业级服务提出了阿里 ET 大脑；华为依托通讯领域的优势地位提出华为 EI 智能体。

在社会与哲学领域，各种科技、人文、哲学“大脑”也不断涌现。早在 1964 年，传媒鼻祖麦克卢汉就从媒介角度提出了“社会神经网络”；1983 年英国哲学家彼得罗素提出全球脑或地球脑，到 21 世纪，互联网大脑模型的研究也产生了更多的“大脑”系统，例如与智慧城市结合产生城市大脑、城市云脑、城市神经网络；与人类社会这个概念结合产生了智慧社会、社会大脑等。

由此可见,互联网大脑的形成不但对城市大脑的产生有重要意义,对 21 世纪人类的社会结构、经济形态、科技创新、哲学思考也都将产生重大而深远的影响。

从人类神经系统的发育过程来看,从幼儿到成年,人类大脑发育成熟需要用 20 年左右。同样,21 世纪以来,前沿科技爆发阶段所对应的正是互联网各神经系统的发育阶段(如图 6.2 所示)。

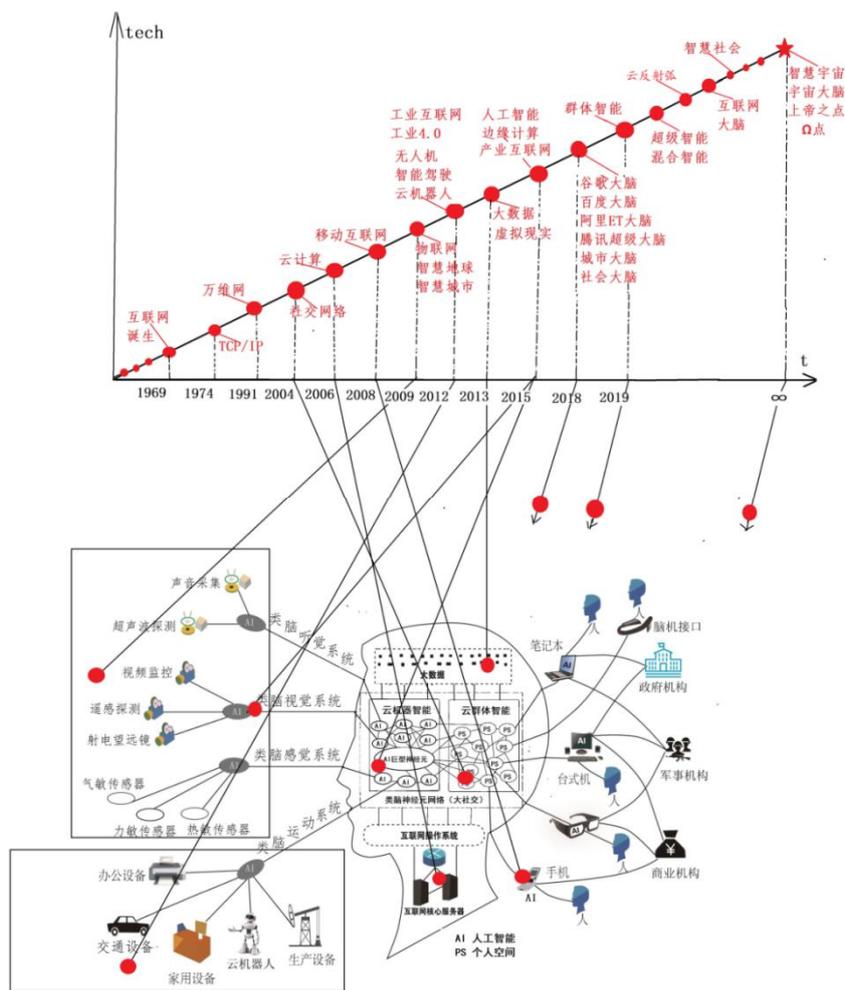


图 6.2 前沿科技爆发与互联网大脑发育图

下面,我们将基于互联网大脑模型对这些前沿科技概念和技术进行分析,并阐述其在城市大脑建设中的作用。

6.2 大社交网络：类脑神经元网络

对于脑科学来说，神经元是大脑最重要也是最基础的结构。神经元组成的神经网络帮助生命体整合或协调各种输入信息，使生命体各种机能活动有规律地进行，以适应环境变化。动物越进化，神经系统越发达，对各系统活动的控制和调节作用越精细灵活，适应内、外环境变化的能力也越强。

社交网络源自英文 SNS (Social Network Service)，中文直译为社交网络服务。社交网络从技术结构上承担了互联网大脑模型中的神经元和神经元网络角色。因为作为互联网顶层的应用，也只有社交网络的技术形态可以穿越各种计算机、服务器、智能设备的硬件壁垒，实现无界限、无障碍的全网信息连接。

社交网络的发育对互联网的发展有着特别重大的意义。1989 年万维网的诞生让新闻类网站、电子商务网站、BBS 网站都得到了快速发展。但这些网站个人的角色并不明显，每个互联网用户大多以匿名用户或非登录用户的状态浏览信息，个人发布的信息也不能统一到个人名下，供其它访问者浏览。

90 年代博客的诞生，首先解决了互联网虚拟世界“个人”的角色缺失问题。博客是一种新型的互联网或万维网服务，基于万维网的技术架构，允许互联网用户在网络上出版、发表和张贴个人文章，并允许由个人管理、删除或添加。在博客的基础上，当加上相互关注、相互沟通的社交功能，人类社会的社交属性终于可以映射到互联网中。在社交网络发展过程中，有两家企业承担了特别重大的角色和影响，他们分别是腾讯和 Facebook。到 2020 年，这两家企业都已经发展成为市值超过 1000 亿美元，用户超过 10 亿的巨型企业。

除了腾讯和 Facebook，世界范围内也不断产生不同类型的社交网络应用，其中 Twitter、阿里巴巴、Line、今日头条等平台在中国和世界都产生了很大的影响。

2004 年开始的博客和 web2.0 科技热潮推动了社交网络的发展。到 2018 年，伴随物联网、工业 4.0 的发展，腾讯、Facebook、阿里巴巴等世界著名社交网络公司都启动了自己的物联网战略，将社交网络从连接人延伸到连接物，包括传感器，摄像头，智能汽车，无人飞机等等。这种延伸表明，社交网络从人与人的社交开始进化成人与人、人与物、物与物的“大社交”网络，从而为发育成更为成熟的类脑神经元网络奠定了技术基础。

由于还存在企业壁垒、国家的壁垒，再加上企业本身的局限性。一个为全球人类、机器、系统的互联互通提供支撑的平台很难由一个企业或国家实现或控制。因此，到目前为止这个万物互联网的平台依然没有实现。这个问题也是城市大脑全球标准中提出建立世界统一的神经元网络的关键原因之一。

6.3 云计算：中枢神经系统

上世纪 90 年代万维网技术诞生。此后近 30 年中，包括谷歌、亚马逊、Facebook、阿里巴巴、百度、腾讯等公司利用万维网的 B/S 结构成长为巨型互联网企业。它们建立了功能强大的中心服务器集群，存放了海量数据，上亿用户从这些服务器中获取自己所需要的数据。互联网巨头把自己没有使用完的服务器资源开放出来，供企业、政府和个人使用，这样也就推动了云计算的出现。

21 世纪前 10 年，万维网的 B/S 架构逐步发展为云计算。中心化的云计算不断实现数据的统一、硬件的统一和软件的统一，对世界、

国家、互联网用户影响力越来越大，在互联网大脑模型中开始承担中枢神经系统的作用。2006年3月，亚马逊（Amazon）推出弹性计算云服务。2006年8月9日，Google首席执行官埃里克·施密特在搜索引擎大会首次提出“云计算”（Cloud Computing）的概念。2007年10月IBM和Google宣布在云计算领域的合作后，云计算迅速成为产业界和学术界研究的热点。

维基百科对云计算的介绍是：云计算是一种基于互联网的计算新方式，通过互联网上异构、自治的服务为个人和企业提供按需即取的计算。一般把云计算分为三种服务类型——将基础设施作为服务（IaaS）、将平台作为服务（SaaS）和将软件作为服务（PaaS）。

上述关于云计算的描述还是比较枯燥晦涩。通俗地说，随着互联网发展，很多企业、政府机构、科研机构在互联网拥有的数据量越来越大，在互联网上业务增长也越来越快。因此这些机构的软硬件维护成本不断增加，成为沉重负担。与此同时，互联网的巨头企业如Google、IBM、亚马逊、阿里巴巴、百度、腾讯等的软硬件资源有大量空余得不到充分利用。在这种情况下，从各自为战的软硬件建设向集中式的云计算转换也就成为互联网发展的必然。

纵观云计算的概念和实际应用，我们可以看到云计算有两个关键特点：

第一、互联网的基础服务资源如服务器的硬件、软件、数据和应用服务开始集中和统一。

第二、互联网用户不用再重复消耗大量资源建立独立的软硬件设施和维护人员队伍。通过互联网接受云计算提供商的服务，就可以实现自己需要的功能。

大脑的中枢神经系统（central nervous system）是在动物的神经系统集中化的过程中，作为形态上的中心和在机能上的中枢而被分化出来的部位。中枢神经系统有控制和调节整个机体活动的功能。

在互联网大脑模型中，中枢神经系统是将互联网的核心硬件层、软件层和信息层统一起来，为互联网各神经系统提供支持和服务的版块。从定义上看，云计算与互联网大脑中枢神经系统的特征非常吻合。在理想状态下，各类传感器和人类用户一起，通过计算机终端和互联网线路与云计算进行交互，向云计算提供数据，接受云计算提供的服务。

到 2017 年，世界互联网和科技大型企业几乎全部进入云计算领域。根据知名市场研究公司 Gartner 发布的报告，全球云服务市场继续呈现出高速发展态势，而且与人工智能的深入结合也将是云计算未来发展的重要方向。

6.4 光纤与移动通讯：神经纤维

神经纤维（nerve fiber）负责在神经元之间传输信号或信息。神经元是具有长轴突的细胞，它由细胞体和细胞突起构成。其中突起分为树突和轴突，树突较短，轴突因细长如纤维而得名神经纤维。神经纤维分布到人体所有器官和组织间隙中，是组成神经系统的基本元件之一，许多神经纤维集结成束构成神经。

作为神经系统的一部分，互联网大脑模型的神经纤维在过去近 200 年中也一直处于发育状态。甚至比互联网的诞生还要早，从摩尔斯码、电话、同轴电缆到光纤、卫星通讯、移动通讯技术的不断涌现。

1876 年 3 月 10 日，贝尔的电话宣告了人类历史新时代的到来。它不但实现了人类超远距离语音通信的梦想，也为 90 年后互联网的形

成奠定了基础。

1966年，英籍华人高锟（Charles Kao）高锟发表了一篇题为《光频率介质纤维表面波导》的论文，开创性地提出光导纤维在通信上应用的基本原理。1970年，光纤研制取得了重大突破，高锟因此获得2009年诺贝尔物理学奖。

美国康宁(Corning)公司研制成功损耗20dB/km的石英光纤。这解决了光纤通信诞生的难题。因此，光纤通信开始可以和电话线、同轴电缆通信竞争，世界各国相继投入大量人力物力，把光纤通信的研究开发推向一个新阶段。在光纤通信领域有诸多前沿发展趋势，包括智能化趋势、光器件集成化趋势、全光网络的实现、大容量以及高速趋势等。

互联网大脑的神经纤维发育除了电话线、光纤等有线网络之外，21世纪以来移动通讯也迅猛发展。无线电通信最大魅力在于，借助无线电波具有的波动传递信息的功能，人们可以省去架设导线的麻烦，实现更加自由、更加快捷、无障碍的信息交流和沟通。

移动通讯是我们今天用手机登录互联网最主要的方式之一，它是从俄国波波夫和美国的马可尼实现的无线通信技术，一直演化到今天的3G、4G、5G移动通讯技术。

2008年是移动互联网爆发的一年，也是互联网大脑模型中神经纤维加速发育的一年。在这一年总共出现了两个重要的事件，第一个是6月8号，史蒂夫·乔布斯领导下的苹果推出了首款支持第三方应用的iPhone机型，从而为该公司在未来十年的爆发性增长奠定了平台基础。

第二个事件是2008年9月谷歌正式发布了Android 1.0系统,第一部安卓手机也由此诞生。Android操作系统最初由Andy Rubin开发,主要支持智能手机。2005年8月由Google收购。

2008年出现的这两个事件对后来移动互联网的发展产生了巨大的拉动作用。人类登录互联网的主要方式开始从有线的台式机转向到无线的智能手机。为了满足这个新需求和新变化,互联网的神经纤维在移动通讯这个方向上也从3G、4G到5G不断进化。

4G是指第四代无线蜂窝电话通讯协议,是集3G与WLAN于一体并能够传输高质量视频图像的技术产品。4G系统能够以100Mbps的速度下载,比拨号上网快2000倍,上传的速度也能达到20Mbps。4G的标准的制定主要是两个组织,一个是3GPP组织,代表了绝大多数传统的运营商、通信设备制造商等等,LTE/LTE-Advanced出自其手。另一个是IEEE组织,开展了IT界对通信界的一次挑战。

到2018年,由于物联网尤其是智能汽车等产业的快速发展,对网络通讯速度有了更高的要求。这无疑成为推动5G网络发展的重要因素。因此世界各国政府特别是发达国家,均在大力推进5G网络,以迎接下一波科技浪潮。可以说,5G是站在巨人的肩膀上,依托4G良好的技术架构所构的建新技术。

5G的目标是最大实现10Gbps传输速率。它将满足2020年以后人类信息社会的基本需求。5G的正式应用对互联网大脑的发育将起到重要推动作用,特别是以智能交通、智能制造和云机器人为代表的互联网运动神经系统将得到巨大推动。

6.5 物联网：感觉神经系统

感觉神经系统是生物感知世界、感知自我、获取外界和自身信息

的重要通道。感觉神经一端与脑或脊髓联系，另一端与分布在体表、眼、耳、鼻以及内脏中的感觉神经末梢连接。感觉神经末梢感受机体内外的刺激后产生兴奋，并转化为神经冲动，经传入神经中枢，引起触觉、视觉、听觉、嗅觉等等感觉信号。

互联网的感觉神经系统首先是从传感器网络的发展起来的。人们为了从外界获取信息，必须借助于感觉器官。在不断复杂的自然规律研究和生产活动中，单靠人们自身的感觉器官就远远不够了。为适应这种情况，传感器伴随着工业革命的深入开始被逐渐发明出来。因此，可以说，传感器是人类五官的延长，又经常被称为电五官。

传感器通过互联网的线路连接在一起就是传感器网络。最早的传感器网络可以追溯到上世纪 70 年代美军在越战中使用的“热带树”传感器。为了遏制北越在胡志明小道的后勤补给，美军在这条小道上沿途投放了上万个“热带树”传感器。这是一种振动和声响传感器。当北越车队经过时，传感器探测到振动和声响即向指挥中心发送感知信号。美军收到信号后即组织轰炸。有资料显示越战期间美军依靠“热带树”的帮助总共炸毁了 4 万多辆北越运输卡车。

在很长时间内，以传感器网络为代表的互联网感觉神经系统并没有得到人类的重视。直到 2009 年 IBM 提出智慧地球后引发物联网爆发，互联网的感觉神经系统才得到长足发展。

2017 年全球物联网设备安装数量高达 285 亿个，到 2020 年全球物联网安装设备预估会增加到 500 亿个。它们被应用在大楼的空调控制、LED 照明控制、路灯控制、轨道安全监控、医疗设备实时监控、发电厂实时传感器 (Sensor) 等等地方，为智慧城市，智慧企业，智慧社会的感知提供支持。麦肯锡全球研究机构估计在 2025 年物联网对全球

经济的影响将会高达 6.2 万亿美元。

总之，于 2009 年开始迅猛发展的物联网，为互联网大脑的感觉神经系统发育和未来城市大脑的建设奠定了技术基础。

6.6 工业互联网与云机器人：运动神经系统

在感觉神经系统发育之后，互联网的运动神经系统自 2012 年也开始爆发。由于运动神经可以帮助生命体对现实世界进行影响和改造，因此互联网运动神经系统的发育使得互联网大脑对世界的影响更为强烈和深远。未来城市大脑建设中涉及的安全问题也将更为严重。

在工业领域，GE（通用电气）于 2012 年创造了“工业互联网”的概念，德国政府于 2013 年推出“工业 4.0”战略，中国政府也在 2015 年实施了制造强国战略第一个十年行动纲领。

GE 认为工业互联网是全球工业系统与高级计算、分析、传感技术及互联网的高度融合。简单的说就是将核磁共振成像仪、飞机发动机、电动车，甚至发电厂等机械装备和工业设施都连接到互联网中。

在 2013 年汉诺威工业博览会上，德国政府正式提出“工业 4.0”。其目的是为提高德国工业的竞争力，在新一轮工业革命中占领先机。工业 4.0 迅速成为德国的另一个标签，并在全球范围内引发了新一轮的工业转型竞赛。

工业 4.0 和工业互联网带来的不仅仅是产品质量和生产效率的提升、成本的降低。通过将大量工业技术原理、行业知识、基础工艺、模型工具规则化、软件化、模块化，并封装为可重复使用的微服务组件，第三方应用开发者可以面向特定工业场景开发不同的工业 APP，进而构建成基于互联网面向工业制造业服务的产业生态。除了工业 4.0、工业互联网之外，2012 年之后，云机器人，智能汽车、无人飞机，

3D 打印也迅速发展，成为互联网运动神经系统的重要组成部分。在 Humanoids 2010 会议上，卡耐基梅隆大学的 James Kuffner 教授提出了“云机器人”的概念，引起了广泛的讨论。

云机器人就是互联网与机器人学的结合。就像其它网络终端一样，机器人本身不需要存储所有资料信息，也不需要具备超强的计算能力。只需要对云端提出需求，云端进行相应响应并满足。2014 年，英国五家著名大学和飞利浦公司、谷歌公司共同合作研发了 RoboEarth，可以被认作是云机器人版本的网络平台。通过这个平台，连接到互联网的机器人能够分享信息，能够和其它机器人进行沟通交流，并且互相共享技能，进而在现实生活中实现强悍的学习能力。

智能驾驶可以看做将汽车变成一台云机器人的技术领域，是互联网发展过程中，多种学科技术交叉的前沿领域，包括认知工程学、网络导航、自动驾驶和人类工效学等等。作为传统的交通工具，汽车是工业文明的代表产品，而互联网和人工智能是信息化社会的代表产品，三者的结合就构成了智能驾驶。因此，智能驾驶不仅仅是新一代的交通工具，它与云机器人、智能制造、工业 4.0、工业互联网、3D 打印、无人机等等要素构成了互联网运动神经系统发育的重要一环。

6.7 大数据：互联网与城市大脑形成智能的基础

人类大脑每天要接受和处理大量数据，在每个人一生中所存储的数据也是天文数字。应该说，大脑中的大数据是人类形成智能、产生意识的基础。人类大脑由近 1000 亿个神经元细胞构成，重约 1400 克，2010 年，加利福尼亚的科学家们完成了一项新研究。他们测试了人脑中的海马神经元在低能量高计算能力下的运行情况。结果发现人脑的记忆容量可能是人类之前预估的 10 倍，至少有 1PB 的容量，大概相

当于当前整个互联网的容量。相关研究发表在《eLIFE》上。

21 世纪以来随着博客、社交网络、以及云计算、物联网等技术的兴起，互联网上的数据正以前所未有的速度增长和累积。学术界、工业界甚至政府机构都已经开始密切关注大数据问题。应该说大数据是互联网发展到一定阶段的必然产物。互联网用户的互动、企业和政府的信息发布、物联网传感器感应的实时信息每时每刻都在产生大量的结构化和非结构化数据。这些数据分散在整个网络体系内，体量极其巨大。

这些数据中蕴含了对经济、科技、教育等等领域非常宝贵的信息。大数据的研究就是通过数据挖掘、知识发现和机器学习等方式将这些数据整理出来，形成有价值的数据产品，提供给政府、行业企业和互联网个人用户使用和消费。

Nature 早在 2008 年就推出了 Big Data 专刊。Science 在 2011 年 2 月推出专刊《Dealing with Data》，主要围绕着科学研究中大数据问题展开讨论，说明大数据对于科学研究的重要性。全球知名的咨询公司麦肯锡 (McKinsey) 在 2011 年 6 月份发布了一份关于大数据的详尽报告，对大数据的影响、关键技术和应用领域等都进行了详尽的分析。

互联网的大数据已经被视为未来社会发展的基础，几乎全部行业都能够在大数据分析技术之上获得经济效率的提升，包含电子商务、媒体营销、物流、企业服务、教育、汽车、金融科技等诸多产业。

目前全球数据的增长速度在每年 40% 左右。至 2022 年，全球大数据产业的市场规模达到 800 亿美元，年均实现 15.37% 的增长。互联网采集、处理、积累的数据量增长迅猛，大数据全产业链市场规模逐步提升。

2013年，大数据在世界范围被产业和学术界广泛关注，这一年也被称为大数据元年。一方面大数据是互联网大脑发育过程中必然形成的组成部分，是互联网各神经系统运转时的信息积累；另一方面大数据的形成也为人工智能的应用，互联网大脑与城市大脑的智能提升奠定了不可或缺的基础。

6.8 人工智能：激活互联网和城市大脑的自动运转

随着互联网大脑各神经系统的发育成熟，特别是大数据的形成和涌现，互联网大脑中各个神经系统如何更有效、更智能的运转起来，就成为互联网大脑发育的一个重要需求，同时也将是城市大脑向更智能的方向发展的重要基础。

从2014年开始，人工智能逐渐成为科技领域最热门的概念，被科技界，企业界和媒体广泛关注。作为一个学术领域，人工智能是在1956年夏季，以麦卡赛、明斯基、罗切斯特和申农等为首的一批有远见卓识的年轻科学家在一起聚会，共同研究和探讨用机器模拟智能的一系列有关问题时首次提出。

事实上，人工智能的发展充满了坎坷，在过去的60年里，人工智能经历了多次从乐观到悲观，从高潮到低潮的阶段。最近一次低潮发生在1992年日本第五代计算机计划的无果而终，随后人工神经网络热潮退烧，人工智能领域再次进入“AI之冬”。这个冬季如此的寒冷与漫长，直到2006年加拿大多伦多大学教授Geoffrey Hinton提出“深度学习算法”，情况才发生转变。

这个算法是对20世纪40年代诞生的人工神经网络理论的一次巧妙的升级，它最大的革新是可以有效的处理庞大的数据。这一特点幸运地与互联网结合，引发了2010年以来新的人工智能热潮。

基于互联网海量的“大数据”和初步发育成熟的互联网视觉、听觉、躯体感觉、运动以及神经元网络等神经系统，人工智能与互联网联手进入了新的智能时代。包括亚马逊、Facebook、百度、腾讯、阿里巴巴、微软、英特尔和 IBM 等巨头纷纷进入 AI 领域。不断产生新的成果和创造新的记录。

在这一轮人工智能的爆发中，AI 新技术和新应用不断与互联网结合，促进互联网大脑中各神经系统的发育和运转，例如：

人工智能与互联网听觉神经系统结合促进诸如亚马逊的 *Echo* 项目、科大讯飞、云知声等声音识别产品的发展。

人工智能与互联网视觉神经系统结合，产生如格林深瞳、Face++，商汤科技等图像识别公司和产品。

人工智能与互联网运动神经系统结合促进智能制造、智能驾驶、云机器人等新领域企业和产品的快速发展。

人工智能与互联网神经网络(大社交网络)结合产生了度秘、小冰等智能虚拟助理产品。

人工智能与互联网感觉神经系统的神经末梢结合，就出现了边缘计算、智能传感器、AI 手机、智能 CDN 等创新技术和产品。

人工智能与互联网大数据结合，产生的创新应用和企业分布更为广泛，包括 Palantir、海云数据、Splunk 等。

从互联网大脑模型的角度看，人工智能并不是一个单一的技术应用，而是广泛分布在互联网的各个部位，从底层的硬件、网络操作系统、到传感器网络、云机器人，再到社交网络、大数据等。

人工智能技术因为互联网强大的计算能力和丰裕的数据获得了巨大的发展动力。一个更为重要的贡献是极大推动了互联网大脑云反射

弧机制的启动和运转。

总体而言，在人工智能大规模与互联网结合之前，互联网的大脑还处于半休眠和局部瘫痪的状态，人工智能激活了互联网各个节点和各神经系统，使得互联网作为一个完整的神经系统开始运转起来。这就为 2018 年科技领域的类脑智能巨系统兴起打下基础。

6.9 边缘计算：互联网大脑神经末梢的发育

人工智能的兴起，也促使 2016 年以来边缘计算和兴起，边缘计算指的是在网络边缘结点来处理、分析数据。边缘结点指的就是在数据产生源头和云中心之间任一具有计算资源和网络资源的结点。在理想环境中，边缘计算指的就是在数据产生源附近分析、处理数据，没有数据的流转，进而减少网络流量和响应时间。

对互联网和其延伸产物物联网而言，边缘计算技术取得突破，意味着许多控制将通过本地设备实现而无需交由云端，处理过程将在本地边缘计算层完成。这无疑将大大提升处理效率，减轻云端的负荷。由于更加靠近用户，还可为用户提供更快的响应，将需求在边缘端解决。

边缘计算可以看做互联网大脑神经末梢的发育，它的出现主要是为了适应互联网连接的智能终端数量越来越庞大的趋势。如果海量设备获取的数据都上传云端进行智能处理的话，将对网络带宽和云端中心将会形成巨大挑战。如果适度增强终端智能设备的计算能力，存储能力和智能程度，将会使得互联网大脑的运转和发育更为均衡。于是互联网大脑的神经末梢也就通过边缘计算的兴起得到发展。

边缘计算中的智能传感器和信息处理器在互联网大脑的神经末端进行初步和简单的数据处理。它们的出现不是为了替代互联网的中枢

神经系统（云计算），而是为了减轻云计算的压力，甚至互为备份，互为依托，增加整个互联网大脑的可靠性。

6.10 数字孪生与虚拟现实：思维空间的构造

人类等高级生物通过感觉神经系统获得现实世界的信息后将保存在脑中，进一步重新组合又产生出新的不同于现实世界的信息和知识。这些映射了现实世界的信息和形成幻想世界的信息共同构成了生命的思维空间。

同样，当互联网大脑的感觉神经系统、运动神经系统，记忆神经系统、中枢神经系统不断成熟，通过传感器，摄像头、人类用户传入到互联网中的信息和数据也在成指数性增长。在互联网大数据的发展基础上，互联网大脑的思维空间也就孕育而生。其中映射现实世界的技术就对应了数字孪生技术，而对应幻想世界的就是虚拟现实技术。

美国国防部最早提出将数字孪生技术用于航空航天飞行器的健康维护与保障。在数字空间建立真实飞机的模型，并通过传感器实现与飞机真实状态完全同步。这样每次飞行后，根据现有情况和过往载荷，及时分析评估飞机是否需要维修，能否承受下次的任务载荷等。

2012年NASA给出了数字孪生的概念描述：数字孪生是指充分利用物理模型、传感器、运行历史等数据，集成多学科、多尺度的仿真过程，它作为虚拟空间中对实体产品的镜像，反映了相对应物理实体产品的全生命周期过程。

数字孪生最为重要的启发意义在于，它实现了现实物理系统向互联网虚拟空间的数字反馈。人们试图将物理世界发生的一切，投射到数字空间中。只有带有回路反馈的全生命周期的跟踪，才是保证数字与物理世界的协调一致。各种基于数字化模型进行的各类仿真、分析、

数据积累、挖掘，甚至人工智能的应用，都能确保它与现实物理系统的适用性。这就是数字孪生对人类社会发展的意义所在。目前数字孪生已经广泛应用与智能制造、智能家居、智能城市等各个领域。

虚拟现实技术（VR），又称灵境技术，是 20 世纪发展起来的一项全新的实用技术。虚拟现实技术囊括计算机、电子信息、仿真技术于一体，其基本实现方式是计算机模拟虚拟环境从而给人以环境沉浸感。

虚拟现实技术受到了越来越多人的认可，用户可以在虚拟现实世界体验到最真实的感受，其模拟环境的真实性与现实世界难辨真假，让人有种身临其境的感觉；同时，虚拟现实具有一切人类所拥有的感知功能，比如听觉、视觉、触觉、味觉、嗅觉等感知系统；最后，它具有超强的仿真系统，真正实现了人机交互，使人在操作过程中，可以随意操作并且得到环境最真实的反馈。正是虚拟现实技术的存在性、多感知性、交互性等特征使它受到了许多人的喜爱。虚拟现实在 Facebook、三星和 Unity 等科技巨头的推动下，在过去的 10 年里获得了长足发展，已经广泛应用与展览、游戏、教育、工业设计、旅游等等领域。

数字孪生和虚拟现实技术的发展将不断扩张互联网大脑的思维空间。人类智慧和机器智能将共同作用与这个远比个人更为庞大的虚拟空间中，并不断对人类社会所处的现实世界产生影响。

从城市大脑的发展阶段看，数字孪生和虚拟现实技术对于城市大脑属于较为高级的建设需求，在世界范围城市大脑的神经元系统、神经反射弧系统尚未成熟和完善时，并不需要将现实世界的特征过多映射到城市大脑的系统中。这一方面是因为建设成本的压力，另一方面

是因为城市发展需求并不紧迫。研究组建议应该在城市大脑发展更为成熟后，有了统一的神经元系统，数据也更为统一和完善后，再根据需求逐步发展城市级的数字孪生与虚拟现实技术。

6.11 智慧社会、混合智能、和云反射弧的形成

2015年，美国MIT人类动力学实验室主任阿莱克斯·彭特兰(Alex Pentland)出版了《智慧社会》一书。2017年10月18日在北京召开的十九大提出：“要贯彻新发展理念，建设现代化经济体系。突出技术创新，为智慧社会提供有力支撑。”

“智慧社会”一经提出，即引起广泛关注。智慧社会是继农业社会、工业社会、信息社会之后的一个新概念，是一种更为高级的社会形态，目前正伴随全球智能化浪潮到来。

21世纪以来，互联网的大脑化进程不断加速，各个神经系统不断发育成熟，互联网大脑的触角不断蔓延到人类社会的各个角落。互联网大脑的发育成熟为智慧社会的形成奠定了重要的技术和机制基础。

智慧社会的提出，是对以互联网为代表的前沿科技深刻影响人类社会的一次总结，也表明了当互联网发展到一定程度，向人类社会各个领域蔓延深入的结果。因此建设智慧社会不能忽视互联网的发展趋势和进化规律。

2020年之后，数十亿人类和数百亿智能机器通过互联网大脑架构分别汇聚成互联网云群体智慧和云机器智能。两大智能方式在智慧社会的发展中不断融合和互补，形成互联网类脑巨系统的左右大脑架构，由此产生了自然界前所未有的一种超级智能形式，驱动智慧社会不断向前进化。

超级智能的形成将进一步推动互联网大脑云反射弧机制的启动和

运转。我们知道由于人类有感觉神经系统可以感知温度、湿度，可以产生触觉、听觉、视觉，然后在大脑中枢的调节下通过运动神经系统操控手和脚进行反应。这就是人的神经反射现象。

当互联网大脑的感觉神经系统、运动神经系统、中枢神经系统逐步成熟的时候，互联网大脑的神经反射现象也就产生了，我们称之为云反射弧。公安、企业、交通、政府、军事部门就可以利用互联网的云反射弧机制处理原本要消耗很多人力的行业或产业问题。这样，人的智慧、机器智能激活互联网大脑架构，并不断形成的云反射弧就成为智慧社会真正到来的标志。

城市大脑的建设是智慧社会、混合智能具体落地应用。其中云反射弧的建设将是城市大脑发展过程中最重要的工作。因为一个城市，一个国家或人类社会的各种需求，最终需要通过各种前沿技术与人类的能力进行组合应用，形成云反射弧进行解决。

6.12 区块链：弥散性分布式神经系统

2008年10月31号，比特币创始人中本聪（化名）在密码学邮件组发表了一篇论文——《比特币：一种点对点的电子现金系统》。在这篇论文中，作者声称发明了一套新的不受政府或机构控制的电子货币系统。其中，区块链技术是支持比特币运行的基础。

区块链是一种对等网络（P2P）的软件应用。在21世纪初，互联网形成了两大类型的应用架构，中心化的B/S架构和无中心的对等网络（P2P）架构，阿里巴巴，新浪，亚马逊，百度等等很多互联网巨头都是中心化的B/S架构。

21世纪初以来，出现了很多自由分享音乐、视频、论文资料的软件应用，他们大部分采用的是对等网络（P2P）架构，就是没有中心

服务器，大家的个人计算机都是服务器，也都是客户机，身份平等。区块链就是这种领域的一种软件应用。

同时，区块链是一种全网信息同步的对等网络（P2P）软件应用。为了支持比特币的金融交易，就要求发生的每一笔交易都要写入到历史交易记录中，并向所有安装比特币程序的计算机发送变动信息。每一台安装了比特币软件的计算机都保持最新和全部的比特币历史交易信息。除了信息的全网同步，区块链还通过哈希算法等方式产生“通证（代币）”作为全网信息交互的代表。在信息传递的过程中，区块链也大量使用了各种加密技术保证运行的安全。

区块链与浏览器、QQ、微信、网络游戏软件、手机 APP 等一样，是互联网顶层——应用层的一种软件形式。它的运行依然要靠 TCP/IP 的架构体系传输数据。只是与大部分应用层软件不同，没有采用 C/S（B/S）的中心软件架构，而是采用了不常见的对等网络架构，区块链的目标是通过把数据分散到每个互联网用户的计算机上来确保数据的不可篡改性。

通过近 20 年的发展，依托万维网的 B/S 结构，腾讯 QQ 和微信、Facebook、微博、Twitter、亚马逊已经发展出类中枢神经系统的结构。互联网巨头通过中心服务器集群的软件升级，不断优化数亿台终端的软件版本。在神经学的体系中，这是一种标准的中枢神经结构。

区块链的诞生提供了另外一种神经元模式——不在巨头的集中服务器中统一管理数据信息，而是使每台终端，包括个人计算机和个人手机都成为独立的神经元节点，保留独立的数据空间，相互信息进行同步。在神经学的体系中，这是一种没有中心、多神经节点的分布式神经结构。

神经系统的发育也存在两种不同类型的神经结构。在低等生物中，出现过类区块链的神经结构-弥散型神经系统。这种生物有多个功能相同的神经节，都可以指挥身体活动和反应。但随着生物的进化，这些神经节逐步合并。当进化成为高等生物时，中枢神经出现了。中枢神经中包含大量神经元进行交互。

区块链技术存在一定的技术缺陷，主要来自它的对等网络架构上。举个例子，目前淘宝是B/S结构，海量的数据存放在淘宝服务器集群机房里，几亿消费者通过浏览器到淘宝服务器网站获取最新信息和历史信息。如果用区块链技术，就会让几亿人的个人电脑或手机上都保留一份完整的淘宝数据库。每发生一笔交易，就同步给其它几亿用户。这相当于同时建立和运行几亿个淘宝网站，传输和存储的数据量太大，在现实中是完全无法实现的。

但区块链并不是落后和无用的技术，但在某些特殊领域，如大规模选举投票、大规模赌博、规避政府金融监管的金融交易，对B/S架构巨头的监管投票等等领域，还是有不可替代的用处。

在城市大脑全球系统的建设中，区块链技术也将成为不可或缺的组成部分。在城市大脑全球标准的第五个研究方向上，就提出城市大脑的架构应采取中心化和分布式共存的方式。这主要是要适应在城市间或国家间存在行政权和主权的问题。

第七章 世界科技公司的“大脑系统”

21 世纪以来，互联网开始加速从网状结构向类脑结构演化。这种变化除了从互联网大脑模型的基础研究推导出来之外，世界范围的科技公司也是最早感知到科技生态的这种变化。

互联网大脑并不是在一开始就是成熟和完整的，至少需要数百年时间才可能进化完善。在这之前，互联网巨头会顺应科技发展趋势，将自己的产品服务与互联网的大脑架构结合，构建自己的企业级类脑巨系统，以获得更大竞争优势。

从 2012 年起，谷歌、IBM、亚马逊、百度、科大讯飞、阿里、腾讯、360、华为等绝大部分世界科技巨头都提出了自己的泛“大脑系统”，下面我们就以时间为线，简要看一下这些“企业级科技大脑”的发展情况。

7.1 谷歌大脑

2011 年，谷歌顾问吴恩达与高级研究院 Dean 在谷歌 X 实验室建立项目——Project Marvin，用于研究模仿人类大脑结构的数字网格。随着具有神经科学背景的同事 Greg Corrado 和一些 Google 工程师的加入，到 2012 年，开始用 Google Brain 称呼 Project Marvin。这个项目被正式称作谷歌大脑。谷歌大脑团队首先从神经网络算法开始工作。他们利用谷歌庞大数据和强大的计算能力，将大量“标记”数据输入到网络系统中，用来识别原来难以识别的图像。

诞生一年后，谷歌大脑就在开发具有一岁儿童智力的机器实验中取得了巨大进展。谷歌的语音识别部门顺势将老系统中的一部分改成了神经网络。该系统借此取得了 20 年来最好的成绩。同时，谷歌的物

体识别系统也跃升了一个数量级。

其中“识别猫”让谷歌大脑闻名于世。为了让谷歌大脑识别出猫咪图片，谷歌团队使用了 1.6 万片处理器创造了一个拥有 10 亿多条连接的神经网络。他们随后在这个神经网络中随机呈现出了一些缩略图，每一张都是从 1000 万段 YouTube 视频中抽取出来的。

在看过数百万张图片后，这个“谷歌大脑”构建出一张理想的“猫”图片，利用不同层级的存储单元成功提炼出猫的基本特性。谷歌大脑研究人员认为这个过程与人类大脑视觉皮层的运作方式是非常一致的。有了这个重大的突破，谷歌大脑终于可以在没有科学家的帮助下识别出一张猫的脸。

作为谷歌整体人工智能计划的一部分，谷歌大脑团队一直致力于通过研究和系统工程，提升人工智能的技术水平。到 2017 年，谷歌大脑负责人 Jeff Dean 发表报告，阐述了谷歌大脑在 9 个基础研究方向、6 大具体领域的成果，介绍了谷歌 AI 进展。其中比较重要的包括：

第一是谷歌大脑团队设计出使用强化学习和演化算法的新神经网络设计方法。这项工作已经被扩展到最新的 ImageNet 分类和检测中，并展示了如何自动学习新的优化算法和有效的激活函数。

第二是团队发展新的技术来改善计算机理解和生成人类语音的能力，并与谷歌语音团队合作，为一个多端到端的语音识别系统研究出多种优化方法。这使得 Google 的产品——语音识别系统的相对单词错误率降低了 16%。

第三是团队致力于开发新奇的机器学习算法和方法，包括在深度学习创始人 Hinton 在 capsules 算法上的研究等。Hinton 的研究试图对人工智能重要的算法卷积神经网络进行革新。

第四个是谷歌著名的机器学习框架 TensorFlow。它可被用于语音识别或图像识别等多项机器学习和深度学习领域，可在小到一部智能手机、大到数千台数据中心服务器的各种设备上运行。TensorFlow 完全开源，任何人都可以用。目前成为应用最为广泛的机器学习开源平台。

从互联网大脑模型来看，谷歌大脑主要处于大数据与人工智能算法领域，总体还是一个较为纯粹的“人工智能”项目。从项目规划和实施看，还没有大规模与互联网类脑架构结合，但它是第一个用“大脑”命名的互联网类脑智能巨系统项目。

7.2 讯飞超脑

2014 年，著名声音识别人工智能公司科大讯飞推出“讯飞超脑”，基于类人神经网络的认知智能引擎，赋予机器从“能听会说”到“能理解会思考”的能力。科大讯飞希望研发出第一个中文认知智能计算引擎。从互联网大脑模型的位置看，讯飞超脑是科大讯飞依托其在语音方面的优势地位而形成的类脑智能巨系统。

“讯飞超脑”的领导者科大讯飞执行总裁胡宇认为，机器能够实现的人工智能分为三个维度，分别是运算智能、感知智能/运动智能和认知智能。其中“运算智能”早已实现，最典型的案例就是 IBM 深蓝打败国际象棋大师卡斯帕罗夫，以及 2016 年初引起全世界轰动的 AlphaGo 战胜围棋大师李世石这两场“人机之战”。

而“感知智能/运动智能”就是语音识别、计算机视觉等当下已经发展的相当成熟的人工智能技术，以及一些运动机能。也就是说，机器具备了眼、耳、鼻、舌等如同人类一样的感官，并且能走会跑、能抓会扔。

“认知智能”更像是基于以上两种智能的一种升华。可以这样作出总结，“认知智能”就是机器具备知识理解、逻辑推理等能力，并且能够用自然语言的方式表达出来。这就是“讯飞超脑”的研发目的。

2017年，“讯飞超脑”模拟人脑打造了拥有100多亿个神经元的深度神经网络，继而利用大数据来进行训练以提升相关算法。当然，这其中的“训练”指代的并不是那种填鸭式的数据输入和训练，而是让系统能够依据数据实现自主学习和提升。“讯飞超脑”计划是科大讯飞围绕“语音”，面向人工智能领域深度进发的一个非常重要的风向标，应用方向包括教育考试、智能客服、个人定制手机全能助理、机器智能健康医疗咨询等。

7.3 百度大脑

百度大脑是百度多年来人工智能技术积累和产业实践的集大成者。百度大脑6.0核心技术已进入“知识增强的多模态深度语义理解”阶段，包括自然语言处理、知识图谱、语音、视觉等，其AI技术国际领先。深度学习平台飞将是百度大脑的基础技术底座，拥有开发便捷的深度学习框架、超大规模模型训练、高性能推理引擎、产业级开源模型库这4大领先技术。

百度大脑自2010年起开始积累基础能力，后逐步完善。2016年9月1日，百度世界大会首次向外界全面展示百度人工智能成果——“百度大脑”，并宣布对广大开发者、创业者及传统企业开放其核心能力和底层技术。

2017年，百度大脑2.0已形成完整体系，开放60多种能力。2017年百度大脑每天的调用次数已超过4000亿次，是2016年的150多倍。

2018年7月，百度大脑3.0在Baidu Create 2018百度AI开发者大会上正式推出。时任百度高级副总裁的王海峰认为百度大脑3.0核心优势是“多模态深度语义理解”，即对文字、声音、图片、视频等多模态的数据和信息进行深层次多维度的语义理解，涵盖了数据语义、知识语义、视觉语义、语音语义一体化和自然语言语义等多方面的语义理解技术。这也意味着，通过“多模态深度语义理解”机器可以在听清、看清的基础之上，更深入理解它背后的含义，深度地理解真实世界。2019年，百度大脑升级为5.0，核心技术再获重大突破，实现了AI算法、计算架构与应用场景的创新融合，成为软硬件一体的AI大生产平台。2020年，百度大脑6.0持续升级，进入“知识增强的多模态深度语义理解阶段”。

百度大脑是百度业务强有力的技术支撑，全面支持百度搜索、信息流、地图、小度、Apollo等产品和业务；同时，百度大脑对外全方位输出超过270多项AI能力，日调用量突破1万亿次，助力230多万合作伙伴和开发者，加快各行各业的智能化升级。

7.4 阿里ET大脑

2017年12月，阿里巴巴正式提出“ET大脑”，将AI技术、云计算大数据能力与垂直领域行业知识相结合，基于类脑神经网络物理架构及模糊认知反演理论，实现从单点智能到多体智能的技术跨越，打造出具备多维感知、全局洞察、实时决策、持续进化等类脑认知能力的超级智能体。

从定义上看，阿里ET大脑沿袭了互联网大脑在2008年以来的框架定义，突出体现的类脑神经网络物理架构及模糊认知反演理论，对应了互联网大脑中的类脑神经网络和云反射弧。

2016年阿里云发布了人工智能ET，整合了阿里巴巴的语音、图

像、人脸、自然语言理解等能力。经过一年的发展，2017年，阿里云将ET从单点智能升级为具备全局智能的ET大脑。

在阿里云公布的架构图中，ET大脑被设定成一个开放的AI生态。闵万里现场宣布启动围绕ET大脑的“千里马计划”。该计划旨在通过赛事的形式公开招募全球AI领域的合作伙伴共建ET大脑，并落地到更多产业。与此同时，阿里的众智平台“天池”上的超过11万开发者也将加入到ET大脑的开发中。ET大脑将布局并落实到金融、制造、汽车、零售、城市、家居、航空等等场景和应用中。

阿里提出ET大脑的核心能力是认知反演，指出无论是城市交通、工业制造还是航空运输，其本质都是拓扑网络问题，即城市交通是车流的网络，工业制造是流程的网络问题等等。这些网络中的每个节点都会发出各种信号，比如在城市交通里，每个路口可能就是一个节点，当一个路口交通堵塞的时候，如何将这个信号传递给其它路口以及是否传递这个信号，其背后的决策机制异常重要。而认知反演就是通过这些表面信号，结合关键统计量和算法找到数据特征寻找到这些拓扑网络上的量化关系，通过这些量化关系就可以找到控制的窍门。

从机制看，阿里对ET大脑认知反演的描述与互联网大脑的云反射弧机制是一脉相承的。互联网大脑云反射弧机制提出在形成云反射弧的过程中，无论是在互联网内部，还是在现实世界智能设备被调度，都存在如何发现和选择最优路径的问题。要解决这个问题，涉及到图论、互联网节点布局、通讯线路、传感器等方面。在互联网大脑中枢神经系统的调度下，通过选择最优的路径，从而实现云反射弧的快速，有效和稳定的执行。

7.5 360 安全大脑

2018年5月16日，在第二届世界智能大会上，360集团董事长兼CEO周鸿祎首次提出了“安全大脑”的全新概念。他表示，“安全大脑”是一个分布式智能系统，综合利用 ABCI（大数据、人工智能、云计算、IoT 智能感知、区块链）等新技术，保护国家、国防、关键基础设施、社会及个人的网络安全。

5月17日，360又通过一场发布会介绍了360安全大脑的更多细节。谈到大的背景，360谭晓生指出当前全球正在经历由万物互联与人工智能技术带来的巨大变革，与之相应的安全形势也正发生深刻变化，新的安全威胁随着产生。原有的安全威胁从单一的信息安全扩展到包含民生安全、经济安全、关键基础设施安全、城市安全、社会安全乃至国家安全的大安全。此外，网络安全攻击也呈现了自动化和智能化的发展态势。但面对海量安全事件，人力往往无法及时有效地分析处理，如何应对攻防严重不对等的矛盾局面，这也成为了大安全时代面临的新威胁。

“特斯拉每出一款车，我们公司的研究团队都能以最快速度进行劫持”，这种“劫持”并非是真的伤害汽车或者开车的人，而是为了让智能汽车更加安全。按照360专家们的介绍，目前网络安全行业里面的平均数字是，每一千行的软件代码会有6到8个漏洞。也就是说，在汽车里面，可能是几千万行到上亿行的代码，战斗机也有上亿行的代码，其漏洞数量是触目惊心的。这些漏洞只是有没有被人发现以及有没有被利用的问题。美国首任网军司令认为，世界上只有两种网络，一种是已经被攻破的网络，第二种是叫还不知道自己被攻破了的网络。

360安全大脑的构成包括百亿级的安全大数据积累；10万+台服务器的计算能力；百亿级特征处理，千亿级图计算等智能算法支撑；对

行业级、城市级、国家级甚至全球的网络安全态势进行感知；应用人工智能机器学习技术的反病毒引擎 QVM；基于大数据关联分析和推理进行的 APT 溯源分析；对 Mirai 物联网僵尸网络攻击的率先预警；网络威胁的 AI 辅助决策等等。

在 2016 年美国东部断网事件中，360 首先通过 2323 端口异常发现了问题。在发布报告后，就发生了攻击事件导致美国很多地区的断网。最终 360 判断这件事情是美国黑客劫持了越南和巴西的中国产的摄像头，利用 DYN 的服务器进行十几万的攻击量，360 安全大脑非常清晰的为美国方面提供了整个攻击的数据和方向，帮助对方定位和解决问题。这种基于摄像头的攻击其实就是一种新型攻击，而帮助 360 准确的判断这次攻击，也就是 360 安全大脑模式的一次成功应用。

7.6 腾讯超级大脑

2018 年 5 月 23 日，2018 腾讯“云+未来”峰会上，腾讯正式提出腾讯超级大脑。关于对腾讯超级大脑的认知，马化腾表示腾讯希望在云时代通过“连接”，促成“三张网”的构建。一是“人联网”、二是“物联网”、三是“智联网”。其中，“智联网”就是腾讯称之为“超级大脑”的基础。

作为一套开放、共建的技术输出体系，腾讯将超级大脑定位在一个能够连接云边端的“智能操作系统”，这其中既包括以计算机图象、语音识别、传感器为代表的感知技术，来感知整个物理世界，也包括 NLP、语音助手相关技术帮助人与物理世界和计算机世界沟通的智能交互。

腾讯董事会主席兼首席执行官马化腾表示，“超级大脑是一个让人工智能无处不在的智能操作系统，AI 能力将依托超级大脑随时随地

被灵活调用。而腾讯推出超级大脑的初衷正是希望助力企业和政府建立自己的超级大脑。并且在城市、工业、零售、金融、医疗等各行各业提供智慧解决方案。”

到 2018 年，腾讯已和超过 100 家三甲医院合作，利用腾讯超级大脑对十几种癌症疾病进行筛查。医疗图像检索超过 7300 万次，对覆盖了超过 60 万的病人，并对 8 万的案例进行预警，对高风险的病人预警也超过 4.6 万次。

腾讯希望通过超级大脑与各行业的智能化建设进行结合，从而形成城市超级大脑、医疗超级大脑、工业超级大脑、零售超级大脑和金融超级大脑等类脑智能巨系统应用群。

腾讯超级大脑是联合腾讯 AI LAB、优图实验室、微信 AI 团队、机器人实验室、量子实验室等内部优势团队的前沿技术之力推出的产物。另一方面，腾讯云也提出将联合更多合作伙伴不断拓展超级大脑应用领域，让各行各业都能拥有属于自己的超级大脑。腾讯将超级大脑作为一个不断进化的体系，用智能连接云、边、端与行业，推动所有行业实现数字化转型的目标。

7.7 华为云 EI 智能体

2018 年 6 月 26 日在“AI 上有信仰的云——华为云中国行 2018”首站活动上，华为宣布推出华为云 EI 智能体。EI 智能体是在 2017 年华为 EI (Enterprise Intelligence) 企业智能解决方案的基础上演化而来。

具体说，华为云 EI 智能体就是通过智慧大脑、智能边缘平台、无处不在的联接、融合行业智慧，将物理世界的人与人、物与物、人与物的大数据综合分析、回传，将复杂物理世界的海量信息和行业智慧，经过华为云 EI 智能体的计算分析反馈作用于物理世界，不仅基于历史

的统计，还是实时感知、互动和优化，从而真正实现智能世界。

这个华为官方的定义可能非常晦涩。简单地说，华为云 EI 智能体就是拥有云机器智能的 AI 智能巨系统，有自己的感觉神经系统和神经末梢，通过万物互联对人和物进行联接。

2017 年，华为云首次发布 EI (Enterprise Intelligence) 企业智能解决方案，就是将华为多年来通过 AI 解决自己公司内部生产、物流、供应链、终端等领域问题，所积累的相关的能力、知识和方法分享给更多企业，帮助企业实现智能化。

经过一年的发展，华为将 EI 企业智能解决方案升级为华为云 EI 智能体。在具体应用方面，以在工业领域为例，华为云 EI 的工业智能体发挥着巨大的作用。作为全球重要的电子信息制造企业，华为自身的经历就相当具有代表性。例如在没有用华为云 EI 以前，华为的生产线要一个工人看管四台焊接机，然后用肉眼看 PCB 板的故障。这种方法不但检验速度慢，而且经常出错，每一个工人每次检测要五分钟时间。

由于华为的业务本身与实业紧密很结合，这就使得涉及智能产业的团队和生态伙伴很多，比如手机、芯片、媒体、操作系统等等，解决的都是华为内部运作的自动化问题和业务服务问题，比如，华为供应链的智能装箱、物流和路径规划，以及报关、发票、风控、营销、网络安全等场景。

因此，当华为创始人任正非明确指出将人工智能战略作为未来方向，把华为在人工智能领域最擅长的技术和能力对外开放和输出时，华为云 EI 智能体就能够作为一项核心能力迅速落地执行。

由于华为的优势在于通讯、智能终端（手机）、云计算等领域的

综合服务能力，在边缘计算、物联网生态上也进行了提前布局，具备联接 800 多类 180 万种工业设备的能力，是边缘计算联盟 ECC 组织的发起方，所以华为从 EI 到 EI 智能体的演进是水到渠成。

7.8 腾讯 WeCity 未来城市

“WeCity 未来城市”是腾讯研究院和腾讯云联合打造的新政务业务品牌业务理念。它旗下包含的解决方案以腾讯云的基础产品和能力为底层，为数字政务、城市治理、城市决策和产业互联等领域提供解决方案，并通过微信、小程序等工具触达用户。可以说“WeCity 未来城市”是基于新的人城关系，提出的以人为中心的城市治理模式，是智慧城市的进化之道。

2019 年 7 月 16 日，在“WeCity 未来城市”品牌暨解决方案发布会上，腾讯云正式发布了全新的政务业务品牌——“WeCity 未来城市”。WeCity 未来城市推出了新的架构“1+3+4”，即一朵基础云、三大中台（应用中台，数据中台，人工智能中台）、支持四大领域（数字政务，城市治理，城市决策，产业互联）。其中，最为显著的变化是，腾讯将“城市治理”、“城市决策”、“产业互联”纳入到了数字政务的整体解决方案之中。

2020 年 8 月 22 日，在 WeCity 未来城市论坛上，腾讯宣布 WeCity 未来城市解决方案全面迭代，发布 WeCity2.0 版本。WeCity2.0 提出了“新空间、新治理、新服务”理念，并对政务产品能力进行升级。

新空间，即将服务的目标场景细化到服务社区、城市、都市圈、乡村等，进一步提升城市空间服务；“新治理”则是通过跨区流动、一网统管，帮助政府部门从之前的常态化治理手段升级为面对突发事件和不确定事物时，也能灵活处理，以数字化能力提高城市韧性，做

到城市的精细化管理；“新服务”则是进一步加强“一网通办”的服务范围和效率，打通政务服务的“最后一公里”，同时，探索产业服务新模式，实现产城融合，带动数字经济。

WeCity2.0 的提出，是腾讯基于五年多来在政务领域的沉淀与积累，结合当下现状做出的灵活应变。过去五年，腾讯政务已服务近 30 部委、30 个省、500 座城市、10000 个社区，为 9 亿民众提供超过 1000 项移动政务服务，为 1500 万企业提供超过 100 万项涉企服务。

在助力数字政府的发展中，腾讯从民生服务、企业服务和政务协同三个领域出发。在民生服务领域，腾讯联合广东省推出了全国首个微信政务服务小程序——粤省事，累计 7200 万用户实名注册、27 亿查询办理量。同时，技术支持了首个全国性政务服务微信小程序“国家政务服务平台”上线，当前已拥有 1.1 亿实名注册用户，30 亿访问量。腾讯健康码目前已有 9 亿用户，访问量达 420 亿。

在企业服务领域，腾讯已支持粤商通、深 i 企等平台上线，累计服务 1500 万企业。

而在政务协同方面，腾讯之前支持了全国人大两会“云听会”、外交部一带一路视频会议，同时还助力各地政府打造专属平台，其中广东移动办公平台——“粤政易”目前已有近 80 万注册用户，使广东省公务人员办公办文效率提升超过 40%。

在未来城市的建设中，腾讯发布“Wecity 未来城市 2.0”，从数字政府的建设出发，扩展到城市治理、城市决策、产业互联等领域，助力文旅、医疗、交通、教育等产业发展，让居民切实享受到科技为生活带来的便利。一年以来，WeCity 相继落地北京、广州、深圳、贵阳、长沙、武汉等城市。

7.9 中科大脑

中关村科学城城市大脑股份有限公司，简称“中科大脑”（原中海纪元）于2003年设立，是中关村核心区地区国资控股，百度、联通等公司参股的科技型企业，秉持“科技使城市更智能，让生活更美好”的使命，致力于构建支撑城市智能化、精细化、可持续发展的“城市大脑”产业生态，成为以数字政府为特色的、国内领先的智慧城市建设运营服务提供商和城市级数字资产运营服务商。

中科大脑所倡导建设的“城市大脑”平台以AI计算中心，包含算力平台、AI能力平台、接入平台、感知平台、算法工厂、知识工厂、应用平台等一系列AI设施及应用。向外延伸包括城市感知网络（5G+边缘计算+AIoT），以及城市治理平台、产业发展平台、科技创新平台。

中科大脑在海淀城市大脑的建设中发挥了重要作用，已经取得了显著的成果。首先是城市大脑赋能城市治理。聚焦城市管理、公共安全、生态环保和城市交通四大领域，其中城市管理场景16个，6个已建、1个在建、9个拟建，其中比较突出的场景是渣土车治理。公共安全18个场景，7个已建、2个在建、9个拟建，其中比较突出的场景应用是疫情防控平台。生态环保3个场景，1个已建、2个在建，其中突出的是河湖水质量量子点监测。城市交通7个场景，1个已建、6个拟建，其中突出的是智能交通综合管理平台（中关村西区）。

渣土车治理聚焦城市管理痛点难点，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、系统的壁垒和孤岛，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。聚焦基层智慧社区治理，政府部门下沉社

区一线，实现 18 个场景应需动态部署。疫情防控聚焦重大公共安全事件，接入整合城市大脑科技产业联盟成员企业的数据技术资源，搭建海淀城市大脑疫情防控平台，获得人民网、人民创投评选的“人民战‘疫’内容科技大赛”三等奖。

其次是城市大脑赋能产业发展。在河湖水质量子点监测场景中，用新场景助力初创科技企业加快成果产业化转化，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。在智慧社区场景中，用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，新产品在杭州、上海得到了推广应用。在基础平台建设中，用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自主可控、安全可靠、应用生态等方面的新进展。

再次是城市大脑赋能改革创新，倒逼政府智慧城市建设管理模式的创新。城市大脑侧重于需求场景主导，由业务部门牵头，形成了“需求牵引、业务驱动、问题导向、利旧创新、三融五跨、科技支撑”的方法论，采取了“政府主导、四轮驱动、多元协同、并联审批、统招分签、五个统一、共建共治共享”的建设管理模式。倒逼政府城市管理体制和执法方式的创新，实现了交通管理从现场执法为主到非现场执法为主的转变，连续两年非现场抓拍的比例占全市的 50% 以上。倒逼政府促进产业发展方式的创新，把城市级的业务应用场景和大数据资源、新型重大基础设施向创新主体开放，推动了数字化转型升级。

7.10 达闼科技机器人云端大脑

达闼是全球首家云端智能机器人运营商，由黄晓庆（ Bill Huang ）2015 年创立。达闼认为，人的大脑有 1000 亿个神经元，每个神经元大约有 5000 个突触，是生物界里已知的最复杂器官，是一个相当于有 1000 亿个芯片的计算机。一个人的大脑耗电 40 瓦，平均 1500 克。大自然经过 40 亿年的进化，做成了这样一个奇妙的机器。而要是用芯片做一个具备这样处理能力的大脑，保守估计至少得重 2000 吨，耗电 27 兆瓦，是一个中型城市的耗电量。

因此，要做出来一个跟人脑一样聪明的电子大脑，它会是巨大的，不可能扛在一个机器人的肩上。此外，由于机器人单体所能接触的数据有限，无法完成需要有大数据训练的机器学习和深度学习。人工智能的深度学习必须基于大量机器人提供的数据汇聚到云端，由一个巨大的“机器云端大脑”来完成，这进一步说明了机器人的部分感知和认知系统必须放在云端，这将是智能机器人发展的必然方向。

目前云端服务机器人最刚需的场景是在危险的（Danger）、肮脏的（清洁机器人）、重复性无聊的和相对人困难的应用场景下，已经爆发了在功能上可以替代人类的智能机器人的广泛的市场需求。

因此，由达闼 CEO 黄晓庆提出的基于数字孪生体的服务机器人的操作系统架构，用于实现对云端机器人的正常运行和远程操控，最终让机器人实体在实际业务场景下提供机器人的应用服务，并通过这样操作系统实现云端服务机器人的大规模商业服务运营。

达闼科技历经 5 年时间研发的“海睿云端机器人操作系统- HARIX OS”，便是符合当下人工智能和智能机器人发展态势需求的、具有海

量知识储备和庞大计算能力的云端机器人操作系统。

“海睿云端机器人操作系统- HARIX OS”是基于“云-网-端”分布式计算协同的云端智能机器人操作系统，是达闼科技为人工智能行业和机器人行业从业者开发的机器人应用的平台。

海睿 OS 系统为开发者提供了一个基于虚拟孪生技术的机器人环境开发平台。开发者可通过平台注册建立仿真环境，模拟现实世界中的目标场景；基于机器人的物理特性建立数字孪生模型；通过集成开发环境等功能模块完成机器人任务的行为编排；开放的 API 接口支持第三方 AI 算法调用；在虚拟仿真环境下进行数字孪生智能体的多模态技能训练，也可以根据需要复制机器人，组团训练，提高训练效率。

海睿 OS 系统也采用了游戏引擎技术，来为三维数字孪生环境运行机器人数字孪生体和三维数字孪生世界。这种基于游戏引擎不仅能驱动数字孪生的虚拟的机器人，还能通过数字孪生技术驱动实体机器人。达闼提供了一整套完整的、图形化的云端机器人应用和技能开发集成环境和开发工具，并支持脚本开发，为云端机器人的规模化商业落地提供更强有力的支持。在不久的将来，人类将全面进入机器人时代，机器人会替代人去干那些危险的、肮脏的、重复性无聊的和相对困难的工作，而从这些被解放的人类将会通过打游戏的方式操控机器人去完成那些工作。

7.11 明略集团“明智系统”

2017 年，明略数据将基于知识图谱的技术服务进行产品化，推出“行业 AI 大脑明智系统 1.0”。2018 年 9 月 7 日，明略数据在 1.0 版本基础上，进行了产品技术体系的全面升级，正式推出“行业 AI 大脑明智系统 2.0”。

与明智系统 1.0 相比，各类数据在升级的明智系统 2.0 中汇聚，进入“符号化”的过程，实现数据的充分融合和碰撞挖掘，从而有效的面向行业业务构建行业 AI 大脑。由此，明智系统 2.0 通过“符号的力量”完成对于行业数据中所蕴含知识的抽取、融合、推理、和沉淀等一系列过程，打通感知智能。

明智系统呈现在用户面前的是一个极简的人机交互入口。通过企业级 Siri “小明”，用户以最自然的方式和行业 AI 大脑对话。每一次人机交互对话的背后，都是明智系统 2.0 内部的海量“符号”在形成、重构。正如人脑一样，以计算代价最小、计算结果最准确为核心目标不断优化迭代。

通过企业级 Siri 小明，以对话的形式高效提供业务决策支持。基于 AI 驱动的数据治理平台，实现各类结构化、非结构化视频、图像、文本等多元异构数据的符号化过程，通过知识图谱数据库蜂巢 NEST 完成数据的汇聚、融合、推理及复杂运算，最终为客户构建完整的行业人工智能大脑——公安大脑、数字城市大脑、工业安全大脑、金融风控大脑等，推动人机同行，让 AI 真正创造商业与社会价值。

目前，明智系统共累计治理数超 3000 亿条，构建知识图谱覆盖 43 亿实体，93 亿条关系，1000 亿事件累计抓住逃犯 400 余人，辅助破获 12 起国家重大案件，处理故障预警 526 万次。

在公安领域，明智系统已经为 60 多个省地市提供智慧公安解决方案。在工业人工智能领域提供实时、全路网的运行状态监控，实时解析处理海量设备状态数据，分析设备运行数据和故障之间的关联，实现基于设备状态的智能维保。在金融领域，为银行构筑知识图谱应用，

通过完整分析客户关系网及资金流转，实现多元异构数据的自动化处理，全面提升内外部风控水平。

明智系统还将逐步应用在数字城市、智慧消防等新的领域。为数字城市建设提供数据中台+智慧应用的全方位服务，为交通管理、城市建设等领域提供数据分析服务和智慧综治应用。

第八章 世界城市的“城市大脑”案例

到 2020 年 8 月，世界范围已经有近 500 个城市启动泛“城市大脑”建设计划，成为当前新型智慧城市建设的热点。其中包括杭州、上海、北京、福州、郑州、铜陵、广州等等城市。建设规模已经超过数百亿资金。

从研究的角度看，目前这些城市的城市大脑建设还处于第三阶段，即重点发展巨型 AI 神经元的城市大脑阶段。城市内的互联互通与城市间的互联互通还没有开始；人与人，人与机器，机器与机器的权限分配，跨域城市，区域，国家的云反射弧机制等等核心问题还没有解决。这些问题的解决需要产业界，研究人员和城市管理者共同努力，从而不断推动城市大脑的不断成熟。

8.1 杭州城市大脑

杭州城市大脑起步于 2016 年 4 月，以交通领域为突破口，开启了利用大数据改善城市交通的探索，如今已迈出了从治堵向治城跨越的步伐，取得了许多阶段性的成果。目前杭州城市大脑的应用场景不断丰富，已形成 11 大系统、48 个场景同步推进的良好局面。

2020 年 3 月 31 日，习近平总书记在杭州城市大脑运营指挥中心，观看“数字杭州”建设情况，了解杭州运用健康码、云服务等手段推进疫情防控和复工复产的做法。习近平说，城市大脑是建设“数字杭州”的重要举措。通过大数据、云计算、人工智能等手段推进城市治理现代化，大城市也可以变得更“聪明”。从信息化到智能化再到智慧化，是建设智慧城市的必由之路，前景广阔。

杭州城市大脑建设提出了“531”的逻辑体系架构。“5”即“五

个一”：打通“一张网”，一张确保数据无障碍流动的网，通过统一标准，支撑“城市大脑”的数据资源需求；做大“一朵云”，一朵将各类云资源连接在一起的“逻辑云”；汇聚“一个库”，形成城市级数据仓库，同时做好数据治理，确保数据鲜活、在线；建设“一个中枢”，作为数据、各系统互通互联的核心层，实施系统接入、数据融合、反馈执行；建强“一个大脑”，在全市实施统一架构、一体化实施，彻底打破各自为政的传统建设模式，实现市、区两级协同联动，防止重复建设。

“3”即“三个通”：第一个“通”是市、区、部门间互联互通。第二个“通”是中枢、系统、平台、场景互联互通。第三个“通”是政府与市场的互联互通。

“1”即“一个新的城市基础设施”。“城市大脑”通过全面打通各类数据，接入各业务系统，实施融合计算，将为城市建设一个会思考、能迭代进化的数字化基础设施。未来，“城市大脑”将会随时为杭州市民、来杭游客提供服务，如同道路、水电一样，成为必不可少的基础设施。

目前，杭州城市大脑已上线包括警务、交通、文旅、健康等 11 大系统和 48 个应用场景，日均协同数据 1.2 亿条。它不仅是庞大的信息化系统，更是面向未来城市发展的一个新的基础设施，将为城市治理现代化提供基础支撑和能力，更多的应用可在此基础上得到无限拓展。

利用城市大脑，交通部门有了缓解拥堵的“神器”。在杭州，城市大脑从摄像头获取即时交通流量，让交通信号灯根据即时流量，优化路口时间分配，提高交通效率。依靠计算机视觉分析能力，利用每

一个交通摄像头即时对道路状况“体检”，就像一个个交警全年无休在路上巡逻。数据显示，有了城市大脑的智能调控，杭州上塘高架路22公里里程，出行时间平均节省4.6分钟；萧山区104个路口信号灯自动调控，车辆通过速度提升15%。

自助办理入住、便民出行、智慧停车……杭州城市大脑在不断完善顶层构架基础上，向老百姓提供更具有体验感和价值感的场景应用，且不断推陈出新、持续迭代。

为破解医院周边停车难问题，城市大脑整合接入杭州市医院及周边500米范围内的停车位实时数据，通过挂号APP、交通广播、地面引导牌等实时发布停车位信息，引导市民快速找到车位。就医付费方面，目前杭州252家医疗机构看病全程只需付费一次，已有超过2200万人次实现先看病再付费，履约金额9.2亿元，有效解决了长时间排队等待的难题。

城市大脑在解决群众难点痛点的同时，也打通了政府部门间信息壁垒，为改善城市治理提供了数据支撑。

据不完全统计，杭州原有52个政府部门和单位共建有760个信息化系统项目，形成了一个数据孤岛，部门间数据不相往来，甚至同一部门内不同业务线也不相通。城市大脑建设启动后，首先打破数据壁垒，建成了统一的大数据平台。数据归集后，决策者不仅实时掌握一手资料，而且通过分析比较，可以作出更科学的决策。

8.2 上海城市大脑

2018年1月30日，历经近一年的调查研究，上海正式发布《贯彻落实〈中共上海市委、上海市人民政府关于加强本市城市管理精细化工作的实施意见〉三年行动计划（2018—2020年）》。行动计划提

出上海市要做强“城市大脑”和“神经末梢”。

上海的计划提出超大城市管理要像绣花一样精细，必须引入智能化手段，借助现代科技，为改进城市公共服务管理、提升超大城市治理能力水平提供强有力科技支持。

上海将加强城市管理“神经末梢”建设，打造感知敏捷、互联互通、实时共享的“神经元”系统；深化智慧治理，以城市网格化综合管理信息平台为基础，构建城市综合管理信息平台，推进“城市大脑”建设。

按照上海市的规划，每一个“神经元”，都是城市管理的基本单位，下游是“城市末梢”，对单位内每一块细小区域通过智能感知收集数据，汇集至“神经元”后，再传送给最上游的“城市大脑中枢神经系统”，通过智能判断和数据分析，提升城市运营管理水平。

以上海市徐汇区田林十二村 2017 年 10 月开始的“神经末梢”建设为例。在田林十二村居委会内，有一块巨大电子屏幕，显示小区人流、车辆等实时数据，随意点击一个门牌号，就能看到门外的监控录像。智能系统与监控结合，实现对小区的人口管理，已录入的人口信息在一段时间内未在小区出现，系统会自动推送信息提示民警上门核查。如果检测到超过一定数量的陌生人连续进入同一幢楼，会提示有群租嫌疑。

高科技人脸识别技术也应用在居民楼的管理中，承担神经末梢安全感知的作用，在田林十二村随处可见的消防栓被装上了电子监控系统，通过太阳能供电，自动监控水温水压变化。独居老人家中安装了烟感报警器，与子女的手机 APP 相连接，一旦发现家中冒烟，就会立即报警，应该说这这也是一个标准的城市云反射弧案例。

在上海，沿街商铺也成为“神经元”的一部分。在静安区彭浦新村，政府管理者每家店面挂上了“电子身份证”，只要扫一扫店门前的二维码，管理者就能看到一套完整的数据库，包括业主信息、商铺产权信息、店招店牌等。对于普通消费者而言，可以通过扫描二维码进入对店铺的评价、投诉系统，第一时间进行商品评价或投诉举报。

8.3 北京海淀区城市大脑

2018年，1400多套网格图像高清探头在海淀区正式上岗，对多种违法行为进行“一键式”抓拍，困扰海淀区多年的渣土车“横行”的问题得到缓解。这是海淀区“城市大脑”系统在交通领域应用的一个缩影。近年来，作为全国科技创新中心核心区，海淀区以高度集成的智慧管理体系——“城市大脑”，探索提升基层治理能力的科技之路，打造新型智慧城市。

海淀区面积430平方公里，人口超过300万人，商业、办公、交通、居住等高度集中，用传统方法管理城市，治理成本高企，基层干部疲于应对，城市治理水平面临着巨大的考验。

为了提升治理水平，海淀区整合区域内各政务系统，将信息资源集纳整合，开发“城市大脑”综合系统，即一张感知神经网络、一个智能云平台、两个中心（大数据中心、AI计算处理中心）、N个新应用，综合运用大数据、云计算、人工智能等技术，将多个部门的数据信息实时共享，对区内公共安全、城市环境、交通出行、环保生态等问题进行智能分析，“对症下药”。

在海淀区城市管理服务指挥中心，十余个电子显示屏占据了一整面墙，上面实时显示着交通、市容、环境等领域数十个智能化场景，每一项运行情况都配有详细的数据和指标信息，作为中枢神经，它的

“触角”正在向海淀区的每一个角落延伸。

在交通领域，该系统拥有 8500 多路摄像系统，积累车辆视频数据、图片数据、结构化数据等 5.7 亿余条，可对危化品车辆、渣土车辆等进行有效管控，重大逃逸案件的侦破率近 100%。

针对区域施工问题，海淀区引入卫星遥感技术，每月采集、比对区域内城市地标地貌数据，精准发现违法建设、裸露土地、违规施工等顽疾，给相关部门和属地街道提供执法线索和依据。

“城市大脑”不仅实现了技术上的整合，在机制上也实现了创新。海淀区成立了由交通、城管等 24 个部门有关人员组成的“城市大脑”专班办公室，经过摸底排查，正在制订“城市大脑”在各个细分领域的实施方案，实现“机制+科技”的融合治理体系。

北京海淀区地下“城市大脑”系统同步密织。去年，中关村西区全部 15 条大街完成智能化改造。区域内市政井盖和地下管廊等涉及城市生命线的相关设备安装了 520 个传感器，使市政设施拥有了“感觉神经”，对井盖位移、地下燃气泄漏等城市安全隐患进行管理，覆盖了水、电、气、热等关键民生领域，相关的信息都会及时传输到“城市大脑”系统中。

北京海淀区在 2019 年开建 40 个智慧社区，除了已经广泛应用的小区智能门禁系统，还包括供水系统、电梯运行系统、消防系统等。面对随时出现的情况，这些系统都将具备智能化反应的能力。

在北坞嘉园社区，智慧社区已现雏形。小区大门有人脸识别系统和车辆信息采集；供水系统能够实时监测饮用水管网节点水质情况；环境系统实时掌握社区内空气质量、噪声污染等情况……随着海淀区“城市大脑”框架设计的完成，到 2022 年底，海淀“城市大脑”将

全面深化应用，区域现代化、智能化、精细化治理能力将进一步提升。

8.4 加拿大多伦多谷歌超级智慧城市

2018年2月25日，谷歌宣布旗下子公司 Sidewalk Labs 将在加拿大多伦多市的码头区打造一个智慧城市的样板空间。这块地区之前有广阔土地，充满各式各样的钢筋水泥建筑，各种管道和加油站，停车场以及冬季船坞。但现在完全废弃了。

谷歌旗下的 Sidewalk Labs 公司希望将其转变为世界上最具创新性的城市社区之一。在该公司的愿景中，这里会用自动驾驶公共汽车取代私家车；这里的交通信号灯能够自动跟踪追踪行人，自行车和车辆的移动；这里的机器人通过地下隧道运输邮件和垃圾；这里的建筑可以通过扩展模块以适应公司或家庭的成长。

这个项目被称为码头区 Quayside 计划，是 Sidewalk Labs 的第一个大项目，坐落在占地 12 英亩的地块上。据悉，该地块主要由加拿大联邦，省和市政府共同创办的本地开发机构所有，预计将容纳约 5000 人。项目二期可能会扩展到邻近 700 多英亩的滨海工业区，涉及数以万计的居民。

在谷歌的规划中，Quayside 计划是一个智慧城市的平台服务供应商，负责提供基本工具（譬如可识别可用停车位的软件以及监控投递机器人确切位置的服务等等），更多的城市服务和产品将由到第三方的合作公司提供。有些很可能是谷歌的其它公司，譬如自动驾驶汽车制造商 Waymo，打车服务供应商 UBER，Lyft 等。

自动驾驶汽车将在计划中扮演重要角色。人行道假定这些自动驾驶汽车导航将更加精确，并且要比人类驾驶员更遵守交通法规，这样一来车道就会更窄，为人行道和公园开辟出更多空间。理论上讲，使

用共享自动驾驶车辆意味着需要拥有自己汽车的人会更少，这样每个家庭每年可以节省 6000 美元。

Sidewalk Labs 表示，传感器将安放在城市的各个部分，采集到的传感器数据将推动 Quayside 虚拟模型的完善，城市规划人员可以使用该模型快速、低成本地测试基础设施调整，并且不会影响居民。它会存储在一个共享数据库中，从而让合作的企业家和科技公司可以利用其为 Quayside 模型开发自己的产品和服务。

8.5 铜陵城市大脑（城市超脑）

2020 年 5 月 11 日，作为国家首批智慧城市试点市之一，铜陵正式上线支撑经济、社会和城市全局性智慧化升级的开放式运营平台——“城市超脑”。这个平台 2018 年启动建设，并于 2019 年 11 月试运行。

铜陵市是长江经济带重要节点城市和皖中南中心城市。近年来，当地大力推动智慧城市建设，已取得显著成效，被列入了国家智慧城市试点城市、“宽带中国”示范城市，结合当地实际情况着力推进大数据、云计算和人工智能等新兴技术在各领域的广泛应用。

作为“数字铜陵”工程中最为重要的项目，“铜陵城市超脑”由铜陵市数据资源管理局牵头建设，按照智慧城市标杆级项目标准进行设计，综合利用 5G（第五代移动通信技术）、数字孪生、大数据、人工智能、物联网等新一代信息技术，是铜陵悉心打造的面向城市治理、管理决策、公共服务等各大领域的综合应用工具。

铜陵“城市超脑”是基于互联网、物联网的基础设施，在统一的时空坐标体系上汇聚城市现实和历史、时间和空间的数据，利用人工智能学习不同行业知识，发掘数据关联关系，对城市发展与运行具有

系统性理解，并进行全局性的即时分析和模拟仿真，进而促进物理现实城市的公共资源优化配置、社会管理精细有序、居民生活质量提升、城市高效运行和可持续发展的一种智慧系统。

“城市超脑”总体分为三大模块，即超脑感知、超脑中台以及超脑场景。超脑感知通过互联网、物联网、视频监控以及热线电话等方式作为信息输入，将其转化为数字化信息，通过超脑中台强大的智能数据处理能力进行分析并输出合理的方案，根据不同超脑场景分配到具体场景应用上。在摸清城市治理难点和痛点的基础上，本着“接地气、讲实效、求创新”的设计原则，将项目主要建设内容确定为“1+2+3+4+N”，即1个大数据中心；2个重点应用系统：社会治理系统和领导决策系统；3个能力平台：人工智能核心能力平台、能力共享开放平台、数字孪生平台；4个配套支撑：标准规范、运营管理、安全基础设施、IT基础设施；N个场景协同：城市管理、社区治理、重点安全、民生服务、宏观决策……

“铜陵城市超脑”以城市治理中的城市管理、社区治理、重点安全、生态环境、民生服务、宏观决策六大领域场景为核心切入点，规划50个智慧场景。截至2019年12月31日已完成21个智慧场景上线，并在今年疫情暴发时迅速上线了疫情态势分析、周边疫情地图、智能客服疫情问题解答、农贸市场未戴口罩预警、超过5人聚集预警、非接触式体温监测6个抗击疫情专题场景，支撑抗击疫情、助力复工复产。

在城市管理方面，通过扩展接入全市各单位超过5000路可开放的视频图像，采用AI图像分析，自动发现、智能抓拍城市各个角落的城市管理问题，及时推送给城市管理部门。现已上线店外经营治理、

渣土车未加盖治理、渣土车违规倾倒治理、乱堆物堆料治理等9个智慧场景。自2019年9月9日上线试运行以来，累计自动感知发现事件6601起，整体处置时长缩减70%。

在社区治理方面，城市超脑接入公安148路人脸抓拍相机、社区自建10路人脸抓拍相机、高空抛物监测摄像头等，开展AI+社区安全、楼宇外立面安全、独居老人关怀3个场景试点。通过AI图像分析，智能识别、预警社区安全相关事件，守护社区居住、独居老人安全。

“铜陵城市超脑”通过各种智慧场景的试用，解决了城市管理中出现的很多实际问题。

首先是提升了城市治理效率，原先依赖于人工，每起事件的平均处理时间需3天~4天，每月最多处理100余起事件，12345智能语音客服上线试运行以来，客服机器人提供24小时接线服务，热线日均受理量提升12%，人工客服日均受理量降低18.48%，缓解了人工压力，提升了客服人员工作效率。

其次是创新了城市治理机制，通过非现场执法，将以往难以及时处置的事件，通过图片识别和数据分析的结果作为“非现场处罚依据”，定期进行非现场行政处罚。此外，还探索了柔性执法模式，对于轻微违法行为，自动向手机发送提示短信，进行劝导。两种治理机制的创新都极大节省了人力、物力，提升了工作效率与问题处理效率。

通过城市超脑的实施，铜陵数据治理能力实现了从政务大数据到城市大数据的跨越，城市管理水平实现了从人工排查到智能发现的跨越，社会治理机制实现了从分散治理到协同治理的跨越。

8.6 福州城市大脑

2019年9月17日，福州市发布福州城市大脑顶层设计纲要，全面启动自主开放的城市大脑建设。基于国产自研、自主可控人工智能芯片的算力，通过开放城市创新应用场景，营造国内外企业共同参与的开放生态，综合运用云计算、大数据、物联网、5G等新一代信息技术，构建支撑经济、社会、文化、生态建设数字化转型的城市智能运行服务平台、新型城市治理平台和数字智能产业共创平台。

福州城市大脑可概括为“一云一湖一生态”，即一个自主可控的AI算力云、一个融合共享的数据湖和一个开放创新的生态体系。其中，一个生态体系又包含了开放算法生态、场景应用生态和协同创新生态三个层面的含义。

福州“城市大脑”主要建设内容为“131N”：1个中心、3个平台、1个IOC和N个创新应用场景。其中，1个中心是指AI算力中心；3个平台是指城市大数据平台、城市开放算法平台和感知汇聚服务平台；1个IOC即城市智能运行中心；N个项目和创新应用场景是指包括经济运行、城市管理、公共安全、交通出行、海洋治理、生态环保、应急管理、营商环境、政务服务、公共服务10个领域及县（市）区特色的城市大脑创新应用场景。

此外，福州城市大脑科技创新产业联盟暨福州城市大脑研究院正式成立，闽东北协同发展区信息化协同发展战略合作签约仪式、首届“数字福州”创新应用解决方案征集发布也在本次大会上完成。

福州“城市大脑”三年行动计划将在2019年初建成AI算力中心和6个应用领域的共计11个项目，总投资预算约2.16亿元，并封装首批8个应用领域19个应用场景。

到 2020 年，福州将发布福州城市大脑 1.0，拓展提升 10 个；到 2021 年发布福州城市大脑 2.0，持续迭代应用场景。

1. 国产芯片，自主可控。依托 AI 专用 TPU 处理器构筑基础设施，为城市各类算法与应用提供强大算力支持，自主可控的特性保障城市大脑数据和应用安全。

2. 开放生态，赋能创新。坚持安全与发展并重，推进安全可控技术、产品、平台和解决方案的研发和应用，通过开放城市创新应用场景，营造国内外企业共同参与建设的开放生态。汇聚行业应用主流算法，补充和丰富应用场景。

3. 机制创新，应用牵引。构建福州城市大脑建设运营管理机制，设立福州城市大脑专班、研究院和产业联盟，明确各主体责任，聚焦城市治理痛点难点，以应用为导向，加强需求管理，挖掘业务场景。

4. 统筹协调，复用共享。坚持统一规划布局和突出重点特色，坚持资源复用、填平补齐、扩展提升和深化融合相结合，加强城市大脑与“数字福州”和新型智慧城市建设一体化统筹推进。避免重复建设。

5. 迭代演进，持续发展。持续推进城市大脑共性基础平台的迭代升级及数据、算法、算力等资源能力的开放共享，推进新技术与新场景深度融合和快速迭代，保障城市大脑的先进性、实效性、持续性。

12 人工智能算法	13 群体智能方向	14 人机交互界面方向	15 超算与大规模计算
16 安全防护	17 芯片方向	18 操作系统方向	19 神经系统综合应用 (系统集成)
1. (互联网大脑/城市大脑) -类脑神经网络方向 (范例)			
微信、	QQ	微博	Tiktok, 抖音、多闪
脸书 Facebook	Twitter	line	阿里巴巴 (B2B)
2. (互联网大脑/城市大脑) -视觉神经系统方向 (范例)			
海康威视	旷视科技	商汤科技	云从科技
依图科技	中科视拓	日本基恩士	美国康耐视
3. (互联网大脑/城市大脑) -听觉神经系统 (范例)			
科大讯飞	云知声	声智科技	捷通华声
思必驰	Nuance	MSRA 语音	出门问问
4. (互联网大脑/城市大脑) -躯体感觉神经系统 (范例)			
美国 MEAS 传感器 公司	霍尼韦尔国际公司	美国凯勒公司	中电 13 所/55 所
盾安传感	华天科技	明皜传感	矽睿
5. (互联网大脑/城市大脑) -运动神经系统 (范例)			
GE	海尔	达闼科技	abb
发那科 (FANUC)	大疆	pony.ai	Waymo
新松机器人			
6. (互联网大脑/城市大脑) -定位与空间位置服务 (范例)			
GPS 卫星导航系统	“北斗” 卫星导航系统	俄罗斯 GLONASS	百度地图
“伽利略” 卫星导航	北斗网格编码	千寻位置	高德地图

7. (互联网大脑/城市大脑) -神经纤维系统 (范例)			
AT&T	中国移动	Verizon	日本软银集团
Communications	沃达丰	德国电信	中国电信
中国联通	华为	思科	semtech 的 LoRa 标准
8. (互联网大脑/城市大脑) -中枢神经系统 (范例)			
亚马逊 AWS	微软 Azure	阿里云	腾讯云
华为云	百度云	世纪互联	金山云
网易云	中国移动云计算		
9. (互联网大脑/城市大脑) -神经反射弧系统 (范例)			
UBER	滴滴	淘宝	京东
拼多多	美团	亚马逊	顺丰
哈啰出行	货拉拉		
10. (互联网大脑/城市大脑) -思维空间构建 (范例)			
Autodesk	Unity	Oculus Rift	3ds MAX
Epic Games	小签科技	谷歌地球	海云科技
数字冰雹	暴雪娱乐魔兽世界	Secondlife	口袋妖怪 GO
11. (互联网大脑/城市大脑) -记忆系统 (大数据存储与处理)			
谷歌	百度	搜狗	中科五极
沃民高科	Palantir	明略科技	神策数据
Salesforce	易华录	Oracle	Splunk
12. (互联网大脑/城市大脑)) -人工智能算法方向 (范例)			
OpenAI	Deepmind	图灵机器人	深思考
AlBrain	CloudMinds	第四范式	H2O
Zebra Medical Vision	Iris AI	地平线	寒武纪

13. (互联网大脑/城市大脑) -群体智能方向 (范例)			
知乎	猪八戒网	得到	Quora
喜马拉雅	维基百科	互动百科	一品威客
Elance	Freelancer	沃民高科	
14. (互联网大脑/城市大脑) -人机交互界面方向 (范例)			
华为手机	苹果手机	三星手机	戴尔
联想	Oculus	HTC Vive	微软 Hololens
亮丰台	Neuralink	BrainCo	
15. (互联网大脑/城市大脑) -超算与大规模计算 (范例)			
美国国际商用机器公司 (IBM)	美国克雷	美国惠普企业	
中科类脑	联想	比特大陆	
曙光	国家超级计算济南中心	国家超级计算无锡中心	
国家超级计算天津中心	国家超级计算广州中心	国家超级计算郑州中心	
国家超级计算深圳中心	国家超级计算长沙中心		
16. (互联网大脑/城市大脑) -安全防护 (范例)			
Optiv Security	安天	奇虎 360	安恒信息
Nexusguard	瀚思	绿盟	
深信服	奇安信	美国雷神	Herjavec Group
英国 BAE 系统	以色列 CyberArk		
17. (互联网大脑/城市大脑) -芯片方向 (范例)			

英特尔	AMD	英伟达	中芯国际
ARM	高通	华为海思	赛灵思科技
荷兰 ASML 公司	台基电	北京神州龙芯	
18. (互联网大脑/城市大脑) -操作系统 (范例)			
微软 Windows	苹果 iOS	谷歌 安卓	Jolla
Linux	YunOS	Firefox OS	Internetes
Three OS	Huawei LiteOS		
RT-Thread	IOS		
19. (互联网大脑/城市大脑) -神经系统综合应用 (系统集成)			
亚信科技	太极信息	数字政通	中国软件与技术服务
锐安科技	神州泰岳	网御星云	东软系统集成
讯飞智元	科大国创	擎天科技	易华录

9.1 类脑神经元网络范例企业介绍

1. 微信

微信 (WeChat) 是腾讯公司于 2011 年 1 月 21 日推出的一款面向智能终端的即时通讯软件。其为用户提供聊天、朋友圈、微信支付、公众平台、微信小程序等功能，同时提供城市服务、拦截系统等服务。2012 年 4 月，腾讯公司将微信推向国际市场，并更新为 “Wechat”。

微信由深圳腾讯控股有限公司 (Tencent Holdings Limited) 于 2010 年 10 月筹划启动，由张小龙 (现任腾讯公司的高级执行副总裁) 带领的腾讯广州研发中心产品团队打造。

腾讯把 “连接一切” 作为战略目标，所以有了即时通信工具 QQ、移动社交和通信服务微信和 WeChat、门户网站腾讯网、腾讯游戏、

社交网络平台 QQ 空间等中国领先的网络平台。截至 2016 年第二季度，QQ 的月活跃帐户数达到 8.99 亿，最高同时在线帐户数达到 2.47 亿；微信和 WeChat 的合并月活跃帐户数达 8.06 亿。腾讯的发展深刻地影响和改变了数以亿计网民的沟通方式和生活习惯，并为中国互联网行业开创了更加广阔的应用前景。

2.脸书 Facebook

美国 Facebook 公司，别称“脸书”，财富 500 强企业，是全球著名社交网络服务网站，世界领先的照片分享站点，总部位于美国加利福尼亚州门洛帕克。2004 年 2 月 4 日，马克·扎克伯格（Facebook 创始人）在 Andrew McCollum 和 Eduardo Saverin 的支持下，创立“The Facebook”。

起初它只是一家校园社交网站，后逐渐在各大高校扩大，Facebook 获得了 PayPal 创始人 Peter Thiel 提供的约五十万美金的天使投资。到 2004 年 12 月，Facebook 的用户数超过 100 万。2005 年 5 月，Facebook 获得 AccelPartners 的一千两百七十万美元风险投资，2005 年 8 月 23 日，Facebook 从 AboutFace 公司手中以 20 万美元购得域名，从此将名字中的“The”去掉了。从 2006 年 9 月 11 日起，任何用户输入有效电子邮件地址和自己的年龄段，即可加入。

2010 年 2 月 2 日，Facebook 赶超雅虎成为全球第三大网站，与微软谷歌领衔前三。2012 年 3 月 6 日发布 Windows 版桌面聊天软件 Facebook Messenger。2012 年 5 月 18 日，Facebook 在美国纳斯达克证券交易所上市，股票代码 FB。

作为全球最大的社交网站，2017 年 7 月，在提供给广告客户的文件中，Facebook 披露了各国活跃用户情况，其中印度活跃用户已达

2.41 亿人，而原来用户第一大国美（微博）国的活跃用户为 2.4 亿人，印度以 100 万人的差距名列第一。Facebook 月活用户数已达 20 亿，占世界四分之一人口体量，较互联网使用人数的一半还多。

9.2 视觉神经系统范例企业介绍

1. 海康威视

海康威视（HIKVISION）是一家安防产品及行业解决方案提供商，拥有业内领先的自主核心技术和可持续研发能力，提供摄像机/智能球机、光端机、DVR/DVS/板卡、BSV 液晶拼接屏、网络存储、视频综合平台、中心管理软件等安防产品，并针对金融、公安、电讯、交通、司法、教育、电力、水利、军队等众多行业提供合适的细分产品与专业的行业解决方案。

2001 年海康威视在杭州成立，为适应公司国际化进程，海康威视对品牌标志进行升级。新标志延伸了企业理念：整个形体塑造得更加稳重和谐，体现“专业、厚实、诚信、科技呵护未来”的核心理念。2010 年 5 月，海康威视带着“安防第一股”的光环登录深交所中小板，发行价为每股 68 元，融资 34 亿元。上市当日收盘，公司总市值达到 409.7 亿元。海康威视先后与美的集团、世茂集团签署战略合作框架协议，并连年入选“中国安防十大品牌”、“国家重点软件企业”、“中国软件收入前百家企业”、中国安防百强（位列榜首）等。

2020 年全球最具价值 500 大品牌榜发布，海康威视排名第 294 位。2020 年 5 月，位列 2020 福布斯全球企业 2000 强榜第 736。2020 年 5 月，“2020 中国品牌 500 强”排行榜发布，海康威视排名第 189 位。2020 年 7 月 27 日，2020 年《财富》中国 500 强排行榜发布，杭州海康威视数字技术股份有限公司排名第 183。

2.商汤科技

北京市商汤科技开发有限公司是一家人工智能平台公司，由香港中文大学信息工程系教授汤晓鸥于 2014 年 11 月 14 日创立，是在香港科学园孕育的企业。商汤科技的核心团队由两大部分组成：一部分是来自麻省理工学院、香港中文大学、清华大学、北京大学的博士、硕士等；另一部分则是来自微软、谷歌、联想、百度等相关领域的从业者。自 2014 年成立以来已融资超过 10 亿美元。

公司专注于计算机视觉技术和深度学习算法的原创技术研发，推出了人脸识别、图像识别、文本识别、医疗影像识别、视频分析、无人驾驶和遥感等一系列人工智能技术，已广泛应用于智慧城市、金融、汽车、智慧零售、智能手机、移动互联网、机器人等诸多行业，服务超过 700 家国内外知名企业。

2015 年 12 月，素有“计算机视觉奥林匹克”之称的 ImageNet 结果揭晓，商汤科技 (SenseTime) 成为首个在此项赛事中夺魁的中国企业。2017 年 10 月，在 CVPR 和 ICCV 两大全球顶级视觉学术会议上，商汤科技 43 篇的论文发表量居亚洲第一。2019 年 5 月 15 日，在“大爱[AI]无疆”商汤第二届人工智能峰会上，商汤公布了一系列围绕智能城市、健康、零售、教育等行业的产品及解决方案，包括面向行业用户的人脸识别门禁机，SenseRover 系列小车等。

同年 12 月，商汤科技与泰国 SKY ICT 公司及泰国地产开发商 Sansiri 公司签署三方合作协议，共同推动“AI Cloud”技术及相关解决方案在泰国地产行业的落地与应用。除此之外，今年 4 月，人工智能平台公司商汤科技宣布与韩国 LG 子公司 LG CNS 达成合作，共同推动计算机视觉算法等 AI 技术在韩国应用及落地。

9.3 听觉神经系统范例企业介绍

1.科大讯飞

科大讯飞股份有限公司，前身安徽中科大讯飞信息科技有限公司，成立于1999年12月30日，2014年4月18日变更为科大讯飞股份有限公司，是一家从事智能语音及语言技术研究的科技公司，其核心技术有语音识别技术、语音评测技术、面对面翻译等。科大讯飞总部位于安徽合肥，2008年在深圳证券交易所挂牌上市，现任董事长兼总裁为刘庆峰。

起初科大讯飞也是由一群大学生创业团队创立，而后中文语音产业由此起飞，7次荣获“国家规划布局内重点软件企业”的认定。科大讯飞在语音技术核心研究和产业化方面的突出成绩不仅引起了社会各界的广泛关注，吴邦国、贾庆林、李长春、贺国强等多位党和国家领导人都曾亲临科大讯飞视察，对科大讯飞做出的创新工作均给予充分肯定。国家各行业部委和权威机构也已经初步形成了科大讯飞“中文语音产业国家队”的基本共识。

2010年，科大讯飞发布全球首个移动互联网智能语音交互平台“讯飞语音云”，宣告移动互联网语音听写时代到来；彼时“国家智能语音高新技术产业基地”落户合肥；中小学教育产品惠及师生突破2000万，2018年10月，科大讯飞又再次发布了首款转写机器人-讯飞听见M1。

科大讯飞在语音技术上的卓越能力也为其带来了丰厚的投资环境，2019年8月，科大讯飞跟投智慧场景服务商特斯联20亿元人民币C1轮融资。2020年8月21日，科大讯飞发布2020年上半年业绩，公司实现营收43.49亿，同比增长2.86%。此前，科大讯飞与东北财

经大学签署战略合作协议。双方根据自身发展需要，还将在人工智能人才培养、智慧校园建设、校友会建设等方面展开合作，打造人工智能学院和人工智能研究院，共建人工智能创新基地和创新创业教育基地。

2. 声智科技

声智科技，2016年4月在北京成立，在深圳设有办事处，其创始人陈孝良曾任中国科学院声学研究所副研究员。声智科技是一家专注声学前沿技术和人工智能交互的科技创新公司，主要提供 SoundAI Azero 智能操作系统和服务，以及从芯片、模组、开发板到完整产品的智能语音应用方案。

声智科技的核心技术包括智能声学传感、远场声学处理（回声抵消、噪声抑制、声源定位、混响消除、波束形成等）、远场语音唤醒、自然声纹识别、远场语音识别、远场双工通话、场景语义理解、自然语音合成、超远场声学监控、局部场语音识别、分布场语音交互、深度学习与小样本学习、声学芯片设计等。比如，小米 AI 音箱，声智科技是小米 AI 音箱远场语音交互方案的唯一指定供应商，该方案包含 6 麦环形阵列技术和远场唤醒技术，具有 Dual-wake、Free-cut、One-shot 等独有的定制功能。

声智科技致力于实现“让机器更智能”的使命，达成“用科技改善生活”的愿景。目前已与百度、阿里、腾讯、小米、360、华为、网易、ARM、NVIDIA、Bosch 等企业均有合作。2018年12月29日，声智科技宣布完成 B 轮 2 亿元融资，本轮投资由毅达资本领投，峰瑞资本、正居资本跟投，中关村银行、InnoVen Capital 联合参与。同年，搭载声智科技远场智能交互系统的智能马桶盖，搭载声智科技远场智

能交互系统的女性角色智能机器人先后上市。

9.4 躯体感觉神经系统范例企业介绍

1. 美国 MEAS 传感器公司

美国 MEAS 传感器 (Measurement Specialties Inc) , 为美国上市公司 (交易代码 MEAS) , 总部位于美国弗吉尼亚州汉普顿, 是全球知名的传感器制造厂商, 掌握着世界顶尖的 MEMS 传感器制造技术。

1995 年 1 月, MEAS 传感器将其全球的生产与研发中心设在了中国深圳, 成立了其独资公司——精量电子 (深圳) 有限公司 (Measurement Specialties (China)LTD.) , 又称精量电子-美国 MEAS 传感器, 占地 130,000 平方英尺, 全球员工超过 2200 人, 其中工程师超过 400 人。自成立以来, 一直致力于研发和生产工业及消费传感器, 并为客户提供个性化的传感器或传感器解决方案。

精量电子-美国 MEAS 传感器旗下目前已拥有世界最知名的传感器品牌: Schaevitz, ICSensors, Piezo Film, Microfused, Humirel, Entran, Elekon Industries, Encoder Devices, MWS, Atex, HL Planar, YSI 和 BetaTHERM, 传承了在广泛的传感器应用领域中的技术领先。同时精量电子—美国 MEAS 传感器也是: 第一个将 LVDT (线性可变差动变送器) 商业化; 第一个实现硅微机械批量加工技术; 第一个将硅应变压力计制造工程中应用玻璃微熔创新技术; 第一个将 Piezo Film (压电薄膜) 技术转化为低成本商业化的传感器及生命特征传感器。

2 盾安传感

盾安传感科技有限公司于 2014 年 08 月 18 日成立, 是隶属于盾

安环境的中美合资企业。2011 年，盾安环境收购美国 Microstaq,Inc 的 MEMS 业务，正式进入传感器领域。2014 年，盾安环境与美国 Microlux 公司合作，共同设立了中美合资盾安传感科技有限公司，同时盾安传感在美国出资设立全资子公司 Dunan Sensing, LLC（以下简称“DS”）。

盾安传感是一家从事传感器研发、生产、销售的高科技企业。公司充分利用盾安环境与美国 Microlux 公司的平台技术与资源，并获取浙江省传感技术重点企业研究院。此前也曾建成数个具有国际先进水准的研发实验室，拥有多种研发、测试设备。其业务涵盖 MEMS 传感器在汽车、暖通空调与制冷、工业、医疗、能源、航天等多个领域的应用与销售。

但在 2020 年 8 月 10 日，盾安环境召开第七届董事会第三次会议审议通过了《关于解散清算子公司的议案》，会议决定对盾安传感、DS 进行解散清算，并授权公司管理层依法办理相关清算和注销事项。盾安环境认为，盾安传感及 DS 自成立以来，经营业绩不理想，投资收益不及预期，不符合公司现有资源配置及业务发展要求。根据公司瘦身健体、聚焦主业的战略规划，公司解散盾安传感及 DS，并对其进行清算注销。盾安传感及 DS 清算事项预计减少公司报告期内合并会计报表利润 9,316 万元，具体影响数以公司本年度经审计财务报告为准。

9.5 运动神经系统范例企业介绍

1. 大疆创新

深圳市大疆创新科技有限公司 (DJ-Innovations, 简称 DJI) , 2006 年由香港科技大学毕业生汪滔等人创立，总部位于中国深圳市。是全

球领先的无人飞行器控制系统及无人机解决方案的研发和生产商，客户遍布全球 100 多个国家。大疆致力于为无人机工业、行业用户以及专业航拍应用提供性能最强、体验最佳的革命性智能飞控产品和解决方案。

2015 年 2 月，美国权威商业杂志《快公司》评选出 2015 年十大消费类电子产品创新型公司，大疆创新科技有限公司是唯一一家中国本土企业，在谷歌、特斯拉之后位列第三。12 月，推出一款智能农业喷洒防治无人机--大疆 MG-1 农业植保机，正式进入农业无人机领域。截至 2016 年，大疆创新在全球已提交专利申请超过 1500 件，获得专利授权 400 多件，涉及领域包括无人机各部分结构设计、电路系统、飞行稳定、无线通信及控制系统等。

2019 年 1 月 8 日，大疆在 CES 2019 正式推出了 DJI 带屏遥控器，其集成了 5.5 英寸 1080p 高亮显示屏，最高亮度约为普通移动设备两倍。2019 年 9 月 2 日，中华人民共和国工业和信息化部发布了“2019 年国家技术创新示范企业拟认定企业名单公示”，深圳市大疆创新科技有限公司在列。值得注意的是，此前一家中企的美国子公司向美国国际贸易委员会（ITC）提出申请，指控深圳市大疆创新科技有限公司及其关联公司对美出口、在美进口或是在美销售的无人机及其组件侵犯其专利权，请求 ITC 发起 337 调查并发布有限排除令和禁止令。在 8 月 21 日，美国国际贸易委员会表示针对大疆的 337 调查终裁：不会发布禁令。

2.谷歌 Waymo

Waymo 是 Alphabet 于 2016 年 12 月 13 日拆分出来的一家自动驾

驶汽车项目公司，2018年10月，Waymo宣布，公司获得了美国加州机动车管理局(DMV)发放的首份全自动无人驾驶汽车测试许可证。

Waymo 最早由 Google 街景的共同发明人塞巴斯蒂安·特龙 (Sebastian Thrun) 领导。谷歌的工程人员使用 7 辆试验车在加州几条道路上测试这些车辆使用照相机、雷达感应器和激光测距机来“看”其它的交通状况，并且使用详细地图来为前方的道路导航。

2020 年 Waymo 开始在加州凤凰城以及硅谷地区运营其自动驾驶出租车。近日有媒体对最近两个月期间 10500 次出行的乘客反馈进行了全面分析，结果显示大多数乘客对自动驾驶出租车评价较为积极，但也有不少抱怨。

数据中包含的 Waymo 车辆并不完全是“无人驾驶”的，其方向盘后面仍然有备用司机，当车辆遇到无法解决的麻烦时，这些司机就会接管控制。Waymo 的员工还可以从办公室远程监控汽车，以便在遇到困难时提供帮助。

2020 年 5 月 Waymo 推出第五代无人车平台——Waymo Driver，这个平台的重要的新特征有以下几点：

1.Waymo 的新款激光雷达系统识别分辨率更高、识别范围更广。激光雷达作为 Waymo Driver 系统中最强大的传感器之一，激光雷达可以精准探测四周的环境，将周围环境塑造成 3D 图景。即使在没有任何照明的夜晚 也能看清道路。

2.Waymo 的视觉系统由 29 个摄像头组成，能够为 Waymo Driver 系统提供更高分辨率的图像，以及更广的视野。这些摄像头的视野

也有所重叠，不会产生视野盲区。摄像头 激光雷达与清洁系统和加热装置组装在一起，能够在任何天气下都能保证正常运行。

3、Waymo 的新型高分辨率成像雷达分别安装在车辆的六个位置，可以追踪静态和动态的物体、还可以看到远处的小物体，对间隔较近的物体加以区分。毫米波雷达与激光雷达和摄像头形成互补，在特殊天气条件下就能更大程度发挥其功能。

9.6 神经纤维范例企业介绍

1.AT&T

AT&T（美国电话电报公司（American Telephone & Telegraph），简称 AT&T 公司，是一家美国电信公司，是美国最大的固网电话服务供应商及第一大的移动电话服务供应商，还提供宽频及收费电视服务。创建于 1877 年，总部曾经位于得克萨斯州圣安东尼奥，2008 年搬到了德州北部大城市达拉斯。曾长期垄断美国长途和本地电话市场，经过多次分拆和重组。

美国电话电报公司有 8 个主要部门：贝尔实验室、商业市场集团、数据系统公司、通用市场集团、网络运营集团、网络系统集团、技术系统集团、公司国际集团。

AT&T 的瓦解过程开始于 1984 年。在美国政府反垄断政策的强制干预下，公司的本地电话业务被分裂出去，重新组建了 7 个子公司。分裂出去的 7 个子公司，经过一系列的合并以后，到现在只有 3 个还保持着完全独立。1996 年，美国电话电报公司又将通讯设备制造部门和贝尔实验室分离出去，成立了朗讯技术公司，同时还把电脑生产部门分割出去成为一家独立的公司。2000 年 10 月 25 日 AT&T 公布了一

分为四的改组计划。根据所经营的业务，成立的 4 家新公司分别是 AT&T 商业服务公司、AT&T 消费者服务公司、AT&T 无线通信服务公司和经营有线电视业务及因特网接入服务的 AT&T 宽带公司。

作为全球性公司，AT&T 在全世界为商业、个人、通信服务部门及政府部门提供通信服务，网络通信产品和计算机系统。利用海底电缆、海底光缆、通信卫星，可联系 250 个国家和地区，147 个国家和地区可直接拨号等。自一九八五年七月在北京设立第一家办事处以来，AT&T 在中国的业务得到不断发展。1995 年初，AT&T 宣布在中国成立独资企业。而后 AT&T 与中国邮电部门合作，为客户提供中美长途电话服务。2016 年，AT&T 还曾与乐视结成战略合作伙伴。

在 AT&T 的荣誉榜上多次斥巨资收购国内外运营商公司，如，T-Mobile、时代华纳。2016 年 10 月 23 日，美国电信业巨头 AT&T 与该国传媒公司时代华纳以 854 亿美元达成一项并购交易，该交易是 2016 年迄今为止全球最大的单笔并购交易，重塑美国传媒产业格局。2018 年 7 月 11 日，AT&T 宣布与“混合现实”创业公司 Magic Leap 达成战略合作。AT&T 将投资 Magic Leap，并与其在零售方面合作。

2. 中国电信

中国电信集团有限公司最初被称为“中国邮电电信总局”，是中国一家特大型国有通信企业，于 2000 年 9 月成立。公司主要经营固定电话、移动通信、卫星通信、互联网接入及应用等综合信息服务。

中国电信集团公司在全国 31 个省（区、市）和美洲、欧洲、香港、澳门等地设有分支机构，拥有覆盖全国城乡、通达世界各地的通信信息服务网络，建成了全球规模最大、国内商用最早、覆盖最广的 CDMA3G 网络，旗下拥有“天翼”、“天翼飞 Young”“天翼 e 家”、

“天翼领航”、“号码百事通”、“互联星空”等知名品牌，具备电信全业务、多产品融合的服务能力和渠道体系。公司下属“中国电信股份有限公司”和“中国通信服务股份有限公司”两大控股上市公司，形成了主业和辅业双股份的运营架构，中国电信股份有限公司于2002年在香港纽约上市、中国通信服务股份有限公司于2006年在香港上市。

2009年1月7日14:30消息，工业和信息化部为中国移动、中国电信和中国联通发放3张第三代移动通信（3G）牌照，此举标志着我国正式进入3G时代，其中中国电信获CDMA2000牌照。2017年9月1日起，中国电信全面取消手机国内长途漫游费。预计惠及8000万用户，同时，还降低互联网专线资费以及国际以及港澳台资费。中国电信对外公布截至2017年底的主要用户数据，移动用户净增近3496万户，达到2.5亿户，其中4G用户超过1.8亿户；宽带用户超过1.53亿户，其中上市公司宽带用户达到1.34亿户。2019年6月6日，工信部向中国电信发放5G商用牌照。2020年7月，中国电信、上海市、中智行正式就“智能车路协同关键技术攻关及产业应用”签署三方合作协议。

9.7 中枢神经范例企业介绍

1. 华为云

华为云，成立于2011年，隶属于华为公司，是华为公有云品牌。在北京、深圳、南京、美国等多地设立有研发和运营机构。华为云服务立足于互联网领域，依托于华为公司雄厚的资本和强大的云计算研发实力，面向互联网增值服务运营商、大中小型企业、政府、科研院所等广大企事业用户提供包括云主机、云托管、云存储等基础云服务、

超算、内容分发与加速、视频托管与发布、企业 IT、云电脑、云会议、游戏托管、应用托管等服务和解决方案。

华为云通过基于浏览器的云管理平台，以互联网线上自助服务的方式，为用户提供云计算 IT 基础设施服务。云计算的最大优势在于 IT 基础设施资源能够随用户业务的实际变化而弹性伸缩，用户需要多少资源就用多少资源，使用多少资源就付多少钱，通过这种弹性计算的能力和按需计费的方式有效帮助用户降低运维成本。

2020 年 5 月 15 日，华为云发布政企战略，并宣布华为云 Stack 系列新品正式上市。华为云 Stack 是位于政企客户本地数据中心的云基础设施，能为政企客户提供在云上和本地部署体验一致的云服务。目前，华为云服务数据中心：华为全球建立 480 个数据中心，其中有 160 个云数据中心。

2. 阿里云

阿里云创立于 2009 年，是全球领先的云计算及人工智能科技公司，致力于以在线公共服务的方式，提供安全、可靠的计算和数据处理能力，让计算和人工智能成为普惠科技。阿里云服务着制造、金融、政务、交通、医疗、电信、能源等众多领域的领军企业，包括中国联通、12306、中石化、中石油、飞利浦、华大基因等大型企业客户，以及微博、知乎等明星互联网公司。在天猫双 11 全球狂欢节、12306 春运购票等极富挑战的应用场景中，阿里云保持着良好的运行纪录。

2014 年，阿里云曾帮助用户抵御全球互联网史上最大的 DDoS 攻击，峰值流量达到每秒 453.8Gb。在 Sort Benchmark 2016 排序竞赛 CloudSort 项目中，阿里云以 1.44\$/TB 的排序花费打破了 AWS 保持的 4.51\$/TB 纪录。在 Sort Benchmark 2015，阿里云利用自研的分布式计

算平台 ODPS 在 377 秒内完成 100TB 数据排序，刷新了 Apache Spark 1406 秒的世界纪录。

2016 年 10 月 13 日，在杭州·云栖大会上，杭州市政府联合阿里云公布了一项“疯狂”的计划：为这座拥有 2200 多年历史的城市，安装一个人工智能中枢--杭州城市数据大脑。城市大脑的内核采用阿里云 ET 人工智能技术，可以对整个城市进行全局实时分析，自动调配公共资源，修正城市运行中的 Bug，最终将进化成为能够治理城市的超级人工智能。阿里的人工智能 ET 拥有全球领先的人工智能技术，已具备智能语音交互、图像/视频识别、交通预测、情感分析等技能。

2018 年 9 月 22 日，2018 杭州·云栖大会上阿里云宣布成立全球交付中心。目前，阿里云在中国（华北、华东、华南、香港）、新加坡、美国（美东、美西）、欧洲、中东、澳大利亚、日本等 13 个地域开设了数据中心。未来，阿里云还在迪拜、欧洲、日本等地开设新的数据中心，输出中国的高科技服务。

9.8 神经反射弧范例企业介绍

1 滴滴

滴滴出行（原名：滴滴打车，Didi Taxi），是由北京小桔科技有限公司推出的一站式移动出行平台，于 2012 年 9 月 9 日上线。滴滴出行是涵盖出租车、专车、滴滴快车、顺风车、代驾及大巴、货运等多项业务在内的一站式出行平台，2015 年 9 月 9 日由“滴滴打车”更名而来。目前，滴滴出行获得网络预约出租汽车经营许可证的城市有：天津、成都、沈阳、青岛、杭州、贵阳、宁波、南京、厦门、北京、郑州、武汉、长春。

2012 年 12 月，滴滴打车获得了首轮 A 轮金沙江创投 300 万美元

的融资。2013年4月，又完成B轮融资：腾讯集团投资1500万美金。2016年6月13日，滴滴出行宣布获得中国人寿超6亿美元战略投资，其中包括3亿美元股权投资及20亿元人民币的长期债权投资。6月16日，滴滴出行宣布完成了新一轮总额45亿美元的股权融资，新的投资方包括Apple、中国人寿及蚂蚁金服等；腾讯、阿里巴巴、招商银行及软银等现有投资人也都参与了本轮融资。

2016年1月11日，滴滴公布了2015年订单数，声称超过Uber成立6年累计的10亿订单数：“在过去一年里，滴滴出行全平台（出租车、专车、快车、顺风车、代驾、巴士、试驾、企业版）订单总量达到14.3亿，这一数字相当于美国2015年所有出租车订单量（约8亿）。2016年3月22日，滴滴出行公布了一组“快车拼车”数据。数据显示，截至2016年2月底，全国15个城市已有超过8320万人次使用“快车拼车”。

“滴滴出行”App改变了传统打车方式，建立培养出大移动互联网时代下引领的用户现代化出行方式。较比传统电话召车与路边扬招来说，滴滴打车的诞生更是改变了传统打车市场格局，颠覆了路边拦车概念，利用移动互联网特点，将线上与线下相融合，从打车初始阶段到下车使用线上支付车费，画出一个乘客与司机紧密相连的o2o闭环，最大限度优化乘客打车体验。

2020年8月4日，《苏州高新区·2020胡润全球独角兽榜》发布，滴滴出行排名第3位。2020年7月22日，滴滴宣布，其推出的新品牌“花小猪打车”即将上线，定位年轻用户市场。除此之外从2020年7月24日起，滴滴将在杭州、厦门、苏州、无锡等13个城市试运营全新品类特惠快车和滴滴特快。

2 亚马逊

亚马逊，是美国最大的一家网络电子商务公司，位于华盛顿州的西雅图。是在1995年7月16日由杰夫·贝佐斯（Jeff Bezos）成立的，一开始叫 Cadabra。性质是基本的网络书店。然而具有远见的贝佐斯看到了网络的潜力和特色，因此贝佐斯将 Cadabra 以地球上孕育最多种生物的亚马逊河重新命名，于1995年7月重新开张。该公司原于1994年在华盛顿州登记，1996年时改到德拉瓦州登记，并在1997年5月15日时股票上市，代码是 AMZN。

亚马逊曾是全球用户数量最大的零售网站，大大超过了沃尔玛、苹果、eBay、eBay Watch 以及中国的电子商务巨头阿里巴巴。2014年8月20日，美国电商巨头亚马逊宣布，将在上海自贸区设立国际贸易总部，通过“跨境通”平台，实现美国货物直邮中国。2014年10月29日，亚马逊中国宣布，即日起开通海外六大站点直邮中国的服务，消费者可享受来自亚马逊美国、德国、西班牙、法国、英国和意大利在内的共计8000多万种国际选品。然而2019年4月18日，亚马逊中国正式对外宣布，将于7月18日停止为亚马逊中国网站上的第三方卖家提供卖家服务，但保留跨境贸易、全球开店、云计算、kindle等业务。这意味着，亚马逊中国的本地化电商成为历史。

2020年5月1日，亚马逊发布了2020财年第一季度财报。报告显示，亚马逊第一季度净利润为25.35亿美元，与去年同期的净利润35.61亿美元相比下降29%；净销售额为754.52亿美元，与去年同期的597.00亿美元相比增长26%。

9.9 思维空间构建范例企业介绍

1 谷歌地球

谷歌地球 (Google Earth) , 来源于 Keyhole (钥匙孔) 公司自家原有的旗舰软件。Keyhole 是一家卫星图像公司, 总部位于美国加州山景城 (Mountain View) , 成立于 2001 年, 从事数字地图测绘等业务。它提供的 Keyhole 软件允许网络用户浏览通过卫星及飞机拍摄的地理图像。这一技术依赖于数以 TB 计的海量卫星影像信息数据库, 而这正是 Google Earth 的前身。

2004 年 10 月 27 日 Google 宣布收购了 Keyhole 公司, 并于 05 年 6 月推出了 Google Earth 系列软件。2017 年 4 月, 谷歌地球发布了全新版本, 新客户端将登录桌面和 iOS、安卓移动平台。Google Earth 的卫星影像, 并非单一数据来源, 而是卫星影像与航拍的数据整合。其卫星影像部分来自于美国 DigitalGlobe 公司的 QuickBird (捷鸟) 商业卫星与 EarthSat 公司 (www.earthsat.com, 美国公司, 影像来源于陆地卫星 LANDSAT-7 卫星居多), 航拍部分的来源有 BlueSky 公司 (www.bluesky-world.com, 英国公司, 以航拍、GIS/GPS 相关业务为主)、Sanborn 公司 (www.sanborn.com, 美国公司, 以 GIS、地理数据、空中勘测等业务为主) 等。

谷歌地球可以查看卫星图像, 地图, 地形, 3D 建筑物, 来自外层空间的星系的峡谷海洋。其全球地貌影像的有效分辨率至少为 100 米, 通常为 30 米。如针对大城市、著名风景区、建筑物区域会提供分辨率为 1m 和 0.5m 左右的高精度影像, 视角高度 (Eye alt) 分别约为 500 米和 350 米。也正是由于 Google Earth 中提供的图片能精细到城市各个街区, 甚至涉及军事机密的场所, 因此谷歌地球备受各国的争议。韩国、泰国、印度及荷兰等国家政府、议员均曾表示过担忧。甚至巴林 Google Earth 曾对作过封锁。中国也推出“影像中国”来对

抗 Google Earth。

2 海云数据

海云数据隶属于北京大海云川科技有限公司，成立于 2013 年，是一家数据可视化服务商，利用计算机图形图像处理技术，为不同行业客户提供基于数据可视化服务的整体解决方案，是中国大数据的行业运营商，是中国大数据可视化的领导者，拥有中国顶级的大数据运营服务。总部设在北京，在硅谷、重庆、南京、杭州设有研发中心。

海云数据目前已开发出多款行业落地产品，包括智警、智航顺、智城、智军、智驾、以及图易数据银行、图易 Hub 软硬件体系，与核心技术产品图易共同组成海云数据图易能力服务平台，是赋能端用户能力的技术和应用基础。其中，海云数据的核心数据产品分为图易与智驾，这两款产品可以帮助企业快速部署具有行业属性的大数据分析与决策能力，为企业级的大数据运营带来新的思路。智驾：智能驾驶舱将企业内的数据全部集成起来，安全管理与科学运营这些大数据。图易将更多的关注企业大数据模型的建立，并挖掘出这些模型的商业潜力。2016 年 11 月，海云数据核心产品图易 5.0 正式发布。

在第六届中国可视化与可视分析大会上，海云数据成都公司副总经理曹晔进行了赋能讲话：海云数据通过 AI 与可视分析技术，构建了拥有网络理政、城市交通、环境保护、城市安全、应急指挥等多项重要功能的“城市大脑”。曹晔表示，海云数据运用智慧城市安全数据共享交换和调度技术，以时空信息为唯一标识，对公安、交通、建设、水利、卫生、教育、旅游、城管、安监、环保等城市治理数据进行全面汇聚、叠加分析和深度利用。通过以上工作，海云数据完成了对城市异常的智能预警、关键问题的智慧决策、重大事件的协同处置，

从而实现社会治理体系的智慧化，为城市提供优质服务和广泛的创新发展空间。2018 年 3 月，2018 中国人工智能应用与生态峰会海云数据凭借在 AI 和可视分析领域的出色表现荣获“最受欢迎数据智能厂商”奖。

9.10 人工智能算法范例企业介绍

1. OpenAI

OpenAI 是由诸多硅谷大亨联合建立的人工智能非营利组织，成立于 2015 年 12 月。OpenAI 和谷歌、苹果、IBM 等知名公司创办的其它一系列项目一道探索先进计算机技术，解决面部识别或语言翻译等问题。

2015 年马斯克与其它硅谷科技大亨进行连续对话后，决定共同创建 OpenAI，希望能够预防人工智能的灾难性影响，推动人工智能发挥积极作用。特斯拉电动汽车公司与美国太空技术探索公司 SpaceX 创始人马斯克、Y Combinator 总裁阿尔特曼、天使投资人彼得·泰尔 (Peter Thiel) 以及其它硅谷巨头承诺向 OpenAI 注资 10 亿美元。

OpenAI 2016 年 6 月 21 日宣布了其目标，包括制造“通用”机器人和使用自然语言的聊天机器人。2017 年 5 月，OpenAI 发布了一款能在“观看”人类搭积木后模仿这一行为的机器人。

2017 年 8 月 12 日，在 Dota 2 国际邀请赛上 Open AI 公司的机器人在 Dota2 1v1 比赛中战胜了 Dota 人类顶级职业玩家 Dendi。2019 年 7 月 23 日，微软宣布出资 10 亿美元，投向知名 AI 研究机构 OpenAI，双方达成一项多年合作协议——OpenAI 在微软 Azure 云平台开发 AI 技术。

2020 年 5 月 Open AI 宣布公开追踪 AI 模型效率，其中算法改进

是关键。报告中显示, AI 算法效率每 16 个月翻一番, 与 2012 年相比, 训练神经网络达到 AlexNet 的水平所需的算力会减少到 1/44。

2. 深思考

深思考人工智能机器人科技(北京)有限公司(iDeepWise Artificial Intelligence, 简称深思考), 是一家专注于类脑人工智能与深度学习核心科技的 AI 公司。

公司核心团队由来自于中科院自动化所、软件所、计算所、半导体所等中科院院所人工智能、机器学习方向的科学家组成。2015 年 8 月成立, 已拥有国家发明专利 34 项、实用新型专利 1 项、软件著作权 13 项、国家级奖项 6 项。深思考最为突出的技术是“多模态深度语义理解技术”, 可同时理解文本、视觉图像背后的语义, 主要面向场景为智慧医疗大健康 and 智能汽车。

深思考人工智能在“多模态深度语义理解”领域的核心技术有: 人机交互自然语言理解能力(中文语义理解与人机交互领域最高水平赛事 SMP-ECDT: 蝉联 2017、2018 两届全国冠军, 2018 世界人工智能创新大赛“人机交互创新应用赛”冠军, 2018 机器阅读理解大赛世界排名 TOP 1%); 计算机视觉深度语义理解能力(细胞分类精度 99.3%, 比美国国立卫生研究院 NIH 高 1%, 2017 Kaggle - NIPS 全球精准医学领域竞赛中国内地第一名); 深度学习专用处理器(全球首款医疗专用 AI 芯片 M-DPU)。

在第六届全国社交媒体处理大会(SMP 2017)-特定域任务型人机多轮对话任务中, 深思考人工智能公司以远高于其它队伍的任务完成率获得了第一名。全球人工智能创业者大会(GAICS)——GAISCAward2018 十大 AI 品牌奖。

9.11 群体智能范例企业介绍

1 Quora

Quora 是一个问答 SNS 网站，由 Facebook 前雇员查理·切沃 (Charlie Cheever) 和亚当·安捷罗 (Adam D' Angelo) 于 2009 年 6 月创办。在 2009 年 12 月推出测试版，随后在 2010 年 6 月 21 日向公众开放。

Quora 一开始采用邀请制，吸引了很多明星和智慧人士，比如 Craig Newmark(分类信息网站 Craigslist 创始人)、Mark Zuckerberg (Facebook 创始人)。此后逐步开放，用户通过 Google 或者 Facebook 帐号即可登录，这是为了防止搜索引擎索引内容，但同时又让大众都可以参与。

Quora 是怎样将 SNS 模式融入于问答中的呢？键入 Quora.com，通过对问题、问题的答案或者回答问题的某些人的活动的订阅功能以及投票和关注功能。

Quora 打破了以往问答网站信息对接信息的模式，真正实现了信息与人的对接。其实，Quora 就是一个人们通过提问并对相同的问题感兴趣而结交的社区网站。Quora 全线告捷，除了上述它建立了人与信息对接的原因之外，还有一个重要原因是该网站提供了高质量的答案。著名风投人 Harjeet Taggar 曾在 Quora 回答问题时说：“我宁愿从 1000 个高质量的内容来源那里获取信息，也不愿从来源更多的整合性渠道获取信息。”

2010 年 3 月，Quora 收到了第一笔来自于基准资本公司的创业资金，估价高达 8600 万美元。2012 年 5 月，Quora 在 B 轮融资中募集了五千万美金。2010 年 8 月 6 日，一直受美国硅谷人士极力追捧的问

答网站 Quora，宣布将允许 Google 等搜索引擎索引其内容，此举标志着 Quora 向大众开放迈出了坚实而又谨慎的一大步。2017 年 4 月 22 日，知识问答社区 Quora 宣布 D 轮融资，规模 8500 万美元，由 Collaborative Fund 和 Y Combinator 旗下的 Continuity Fund 领投，本轮融资后 Quora 的估值在 18 亿美元左右。

3.猪八戒网

猪八戒网是一个人才共享平台，由原《重庆晚报》记者朱明跃创办于 2006 年，服务交易品类涵盖创意设计、网站建设、网络营销、文案策划、生活服务等多种行业，总部位于重庆。猪八戒网有千万服务商为企业、公共机构和个人提供定制化的解决方案，将创意、智慧、技能转化为商业价值和社会价值。旗下品牌有：八戒财税、天蓬网、八戒工厂、八戒涉外、八戒知识产权等。

2007 年 6 月，猪八戒网的总交易额突破一亿，成为国内首家突破亿元大关的威客网站。2015 年获得超 30 亿元融资。2011 年被评选为中国 2011 年度“最佳商业模式十强”企业。2016 年 12 月 28 日，猪八戒网举办猪八戒网十周年平台战略新闻发布会，正式对外公布将分拆猪八戒网业务，推出中高端服务平台天蓬网，同时宣布推出“天梯计划”和“天鹰计划”。而后猪八戒网 CEO 朱明跃在与新浪科技访谈时透露，猪八戒网已经彻底拆除了 VIE 架构，已经是一个纯粹的内资公司，对于回归国内 A 股市场特别期待。

2019 年 10 月 21 日，胡润研究院发布《2019 胡润全球独角兽榜》，猪八戒网排名第 224 位。2020 年，受疫情影响，许多无法正常复工的企业线下没有客源，又不具备线上获客能力，面临营收和成本两方面的巨大压力。为此，猪八戒网紧急推出企业“免见面”外包服务系统。

该系统内建采购申请、审批管理、供应商管理、项目进度管理、员工管理等功能，可在企业和供应商不见面的前提下，实现服务采购全流程线上进行。同时通过整体解决方案，让企业采购效率提升一倍以上。

9.12 人机交互（互联网入口）范例企业介绍

1.苹果手机

苹果手机，是苹果公司旗下研发的智能手机系列，它搭载苹果公司研发的 iOS 手机作业系统。第一代 iPhone 于 2007 年 1 月 9 日由当时苹果公司 CEO 的史蒂夫·乔布斯发布，并在 2007 年 6 月 29 日正式发售。苹果 iPhone 所采用的多点触控技术和它友好的用户界面对其它制造商的智能手机设计产生了深远影响。美国的时代周刊将其称为“2007 年的年度发明”。

iPhone 6 和 iPhone 6 Plus 被很多分析师称为是 iPhone 历史上最大的进步，两款 Retina 高清显示屏分别是 4.7 英寸和 5.5 英寸，并采用了全新的超薄无缝设计创新技术，其中 iPhone 6 Plus 的 5.5 英寸显示屏，标志着苹果首次涉足平板手机市场。iPhone 6 系列是 iPhone 历史上销量最多的机器，累积销量达到两亿部。

2017 年，iPhone X 问世。“X”是罗马数字“10”的意思，苹果跳过了 iPhone 9 系列直接发布了 10，代表向 iPhone 问世十周年致敬。苹果在 iPhone X 上做出的最大胆的改变就是直接放弃了物理按键，指纹扫描 Touch ID 技术被丢弃，取而代之的是声称比指纹更安全的面部识别。iPhone X 没有 Home 键，并且开创了“刘海屏”。

2020 年 10 月 14 日凌晨 1 点，苹果公司在 Apple Park 正式发布 iPhone 12。采用了直面边框设计，支持 5G，搭载 A14 Bionic 芯片，双镜头后置摄像头系统。支持北斗导航。从手机营收规模来看，

iPhone12 系列也是目前全行业最高的，在销量和利润都做到全球领先。

2.Oculus

Oculus 成立于 2012 年，是被 Facebook 收购的一家虚拟现实头戴设备制造商。2013 年 6 月，Oculus 宣布完成 A 轮 1600 万美元融资，由经纬创投领投。2014 年 7 月 Facebook 宣布以 20 亿美元的价格收购 Oculus，被外界视为 Facebook 为未来买单的举措。在 Facebook 看来，Oculus 的技术开辟了全新的体验和可能性，不仅仅在游戏领域，还在生活、教育、医疗等诸多领域拥有广阔的想象空间。

Oculus 的第一款产品诞生于 2012 年。2014 年 9 月，在洛杉矶 Oculus Connect conference 大会上，Oculus 展示了新一代头戴式 VR 头盔原型机--Crescent Bay，相对于前作 Oculus Rift，Crescent Bay 的帧率有所提升，整合了耳麦，可以实现对头部 360 度的运动侦测。“从 DK1 到 DK2 这是一个巨大的飞跃。”

Oculus CEO Brendan Iribe 这样说道。尽管 Crescent Bay 仍然不是消费者版本，但已经越来越近了。北京时间 2014 年 12 月 13 日，Facebook 旗下虚拟现实头戴设备制造商 Oculus 宣布，已收购两家虚拟现实手势和 3D 技术创业公司 Nimble VR 和 13th Lab。2015 年 6 月 13 日，Facebook 公司旗下子公司 Oculus 正式发布了消费者版 Rift 虚拟现实头显。

2018 年 1 月，Facebook 旗下的 VR 企业 Oculus 宣布，将在中国发布一款 VR 设备，合作伙伴为小米。Oculus 的此款设备被命名为 Mi VR，本质上与海外市场推出的 Oculus Go 并无区别，是一个独立的 VR 设备。

9.13 安全防护范例企业介绍

1 奇虎 360

360（全称：北京奇虎科技有限公司）是中国一家主营安全相关的互联网公司，由周鸿祎于 2005 年 9 月成立，总部位于北京。该公司于 2011 年在纽约证券交易所上市，旗下有 360 安全浏览器、360 保险箱、360 杀毒软件、360 软件管家、360 网页防火墙、360 手机卫士、360 极速浏览器、360 安全桌面等系列产品。此外，奇虎 360 公司还独创了 PeopleRank 搜索引擎技术，并将此技术应用于 BBS 搜索。

360 致力于通过提供高品质的免费安全服务，为中国互联网用户解决上网时遇到的各种安全问题。面对互联网时代木马、病毒、流氓软件、钓鱼欺诈网页等多元化的安全威胁，360 以互联网的思路解决网络安全问题。360 是免费安全的首倡者，认为互联网安全像搜索、电子邮箱、即时通讯一样，是互联网的基础服务，应该免费。为此，360 安全卫士、360 杀毒等系列安全产品免费提供给中国数亿互联网用户。

2011 年 3 月 30 日奇虎 360 正式在纽交所挂牌交易，总计获得 40 倍超额认购，为 2011 年中国企业在美国最成功的 IPO 交易之一。2018 年 2 月，360 公司完成重组更名，顺利登录 A 股市场。回归后，在确保原有互联网安全服务及各项主营业务有序开展的同时，公司持续通过技术创新实现自我升维，不断将网络安全方面积累的领先技术、成功经验和海量数据广泛运用于“大安全”领域。

2018 年 5 月，360 开创性地发布了全球最大的分布式智能安全系统——“360 安全大脑”，并以此构建了大安全时代的整体防御战略体系，积极参与国家网络安全建设，助推国内网络安全生态进一步完

善。未来，360 将持续推进“大安全”战略，守护网络空间安全，解决国家、城市、社会、家庭和个人等多领域的安全问题，为大安全时代保驾护航。

2 以色列 CyberArk

CyberArk 由 Alon Nisim Cohen 和现任 CEO Udi Mokady 一起于 1999 年在以色列创立。Cohen 最早担任 Cyber-Ark 董事会主席和 CEO 角色，之后在 2004 年离开 CyberArk。2005 年 Udi Mokady 担任 CyberArk 的 CEO，CyberArk 是以色列最大的高科技公司之一。

2005 年，公司研发出特权账户安全管理系统（至今仍是 CyberArk 的主要产品），成为网络安全领域是“特权账户安全管理系统”的领导者。其核心技术 CyberArk 区别于类似 FireEye、Palo Alto、ProofPoint 这类型的网络安全公司的产品，“特权账户安全管理系统”主要作用于网络架构的最核心部分，不仅保护这些核心的特权账户并可在企业 IT 的管理员账户已经被盗取之后监测这些账户的异常行为和采取措施。

CyberArk 的商业模式是比较典型的网络安全公司模式并加上“长尾模式”。CyberArk 的核心产品属于网络安全领域的利基市场（小众市场），对产品和服务进行差异化，通过 18 年的积累已经在产品创新、企业效率和市场影响力上基本立于不败之地。并与其它网络安全公司进行合作（例如 IBM、Palo Alto、Fortinet、CheckPoint 等）和绑定，让其产品对于越来越多的企业来说变得不可或缺。目前已在全球 90 个国家拥有 4400 多家客户，遍及金融、零售、制造等众多行业，覆盖全球财富 500 强企业中的 50%和财富 2000 强中的 30%。

2018 年 8 月 2 日 CyberArk 推出 SAP 认证的特权访问安全解决方

案。2018 年 4 月，CyberArk 被曝存在远程代码漏洞，CyberArk 承认这一漏洞并发布了补丁。2018 年 10 月 15 日，CyberArk 又再推出云平台的高级特权会话管理解决方案。

9.14 芯片范例企业介绍

1 英特尔

英特尔公司（Intel Corporation），是世界上最大的半导体公司，也是第一家推出 x86 架构处理器的公司，总部位于美国加利福尼亚州圣克拉拉。由罗伯特·诺伊斯、戈登·摩尔和安迪·格鲁夫于 1968 年联合创立。

将高级芯片设计能力与领导业界的制造能力结合在一起。英特尔也有开发主板芯片组、网卡、闪存、绘图芯片、嵌入式处理器，与对通信与运算相关的产品等。1971 年，英特尔推出全球第一个微处理器。

英特尔一直坚守“创新”理念，根据市场和产业趋势变化不断自我调整。从微米到纳米制程，从 4 位到 64 位微处理器，从奔腾到酷睿，从硅技术微架构到芯片与平台创新，英特尔不间断地为行业注入新鲜活力，并联合产业合作伙伴开发创新产品，推动行业标准的制定。

2002 年，在深圳成立英特尔亚太区应用设计中心；随后收购芯片厂商“Altera”和德国无人机公司“Ascending Technologies GmbH”。2006 年 1 月 4 日，英特尔正式发布了全新品牌标识，其中还包括一句新的宣传标语：“Intel. Leap ahead（超越未来）。”2014 年 2 月 19 日，英特尔推出处理器至强 E7 v2 系列采用了多达 15 个处理器核心，成为英特尔核心数最多的处理器。

2014 年 3 月 5 日，Intel 收购智能手表 Basis Health Tracker Watch 的制造商 Basis Science。2014 年 8 月 14 日，英特尔 6.5 亿美元收购 Avago

旗下公司网络业务。2015 年 12 月斥资 167 亿美元收购了 Altera 公司。

2016 年 10 月 28 日，2016 英特尔中国行业峰会在珠海召开。11 月 30 日，据国外媒体报道，英特尔正在组建一个专门的事业部来从事自动驾驶解决方案的研发，它的名字就叫做 Automated Driving Group（自动驾驶事业部，简称 ADG）。2018 年 5 月 21 日，英特尔和自动驾驶技术子公司 Mobileye 开始在耶路撒冷展开自动驾驶车队测试。2019 年 2 月 1 日，Intel 正式任命 CFO 罗伯特·斯万成为正式 CEO。

2 ARM

英国 ARM 公司是苹果、诺基亚、Acorn、VLSI、Technology 等公司的合资企业，是全球领先的半导体知识产权（IP）提供商。总部位于英国剑桥，在全球设立了多个办事处，其中包括比利时、法国、印度、瑞典和美国的设计中心。ARM 公司中国总部设立在上海，执行中国地区所有的产品业务和售后支持。其中在深圳设有办事处，专门处理 ARM 相关技术问题。

ARM 公司通过出售芯片技术授权，建立起新型的微处理器设计、生产和销售商业模式。ARM 将其技术授权给世界上许多著名的半导体、软件和 OEM 厂商，每个厂商得到的都是一套独一无二的 ARM 相关技术及服务。

利用这种合伙关系，ARM 很快成为许多全球性 RISC 标准的缔造者。总共有 30 家半导体公司与 ARM 签订了硬件技术使用许可协议，其中包括 Intel、IBM、华为、三星半导体、NEC、SONY、飞利浦和 NI 这样的大公司。至于软件系统的合伙人，有包括微软、SUN 和 MRI 等一系列知名公司。

ARM 设计了大量高性价比、耗能低的 RISC 处理器、相关技术及软件。目前全世界超过 95% 的智能手机和平板电脑都采用 ARM 架构，约有 43 亿人每天都会触摸一台搭载 ARM 芯片的设备，占全球总人口的 60%。

2014 年基于 ARM 技术的芯片全年全球出货量是 120 亿颗，从诞生到现在为止基于 ARM 技术的芯片有 600 亿颗。技术具有性能高、成本低和能耗省的特点。让 ARM 在智能机、平板电脑、嵌入控制、多媒体数字等处理器领域拥有主导地位。

2016 年 7 月 18 日，日本软银同意以 234 亿英镑（约合 310 亿美元）的价格收购英国芯片设计公司 ARM。软银认为，凭借这笔收购，ARM 将让软银成为下一个潜力巨大的科技市场（即物联网）的领导者。

9.15 操作系统范例企业介绍

1 微软 Windows

微软（Microsoft Corporation），是一家集研发、制造、授权和提供广泛的电脑软件服务业务为一体的跨国电脑科技公司，由比尔·盖茨与保罗·艾伦创办于 1975 年。以研发、制造、授权和提供广泛的电脑软件服务业务为主。总部位于美国华盛顿州的雷德蒙德，最为著名和畅销的产品为 Microsoft Windows 操作系统和 Microsoft Office 系列软件。目前是全球最大的电脑软件提供商。

Microsoft Windows 是美国微软公司研发的一套操作系统，它问世于 1985 年，起初为运行于 MS-DOS 之下的桌面环境，其后续版本主要发展为个人计算机和服务器用户设计的操作系统，并最终获得了世界个人计算机操作系统的垄断地位。此操作系统可以在几种不同类型

的平台上运行，如个人计算机（PC）、移动设备、服务器（Server）和嵌入式系统等等，其中在个人计算机的领域应用内最为普遍。

Windows 采用了图形化模式 GUI，比起从前的 DOS 需要键入指令使用的方式更为人性化。随着电脑硬件和软件的不断升级，微软的 Windows 也在不断升级，从架构的 16 位、16+32 位混合版（Windows9x）、32 位再到 64 位，系统版本从最初的 Windows 1.0 到大家熟知的 Windows 95、Windows 98、Windows ME、Windows 2000、Windows 2003、Windows XP、Windows Vista、Windows 7、Windows 8、Windows 8.1、Windows 10 和 Windows Server 服务器企业级操作系统，不断持续更新，微软一直在致力于 Windows 操作系统的开发和完善。

2014 年 3 月 2 日，微软中国宣布 4 月 8 日后不再继续为 Windows XP 用户提供安全保护。2015 年 12 月 6 日，微软宣布 2018 年 9 月 1 日起停止为 Windows 10 移动版提供技术支持。2016 年 1 月 12 日起停止对 IE8/9/10 的技术支持。微软建议用户升级使用 IE11 或者使用微软最新的 Windows10 系统，windows10 系统自带 edge 浏览器。2020 年 1 月 14 日，微软再对 Windows 7 终止支持。

2 谷歌安卓系统

谷歌（Google），是一家搜索引擎公司，由拉里·佩奇和谢尔盖·布林于 1998 年 9 月 4 日在美国加利福尼亚州山景城创立，其业务包括开发并提供大量基于互联网的产品与服务。”

安卓（Android），是由 Google 公司和开放手机联盟领导并开发的一种基于 Linux 的自由且开放源代码的操作系统，主要使用于移动设备。2003 年 10 月，Andy Rubin 等人创建 Android 公司，并组建 Android 团队。2005 年 8 月 17 日，Google 低调收购了成立仅 22 个月的高科技

企业 Android 及其团队。安迪鲁宾成为 Google 公司工程部副总裁，继续负责 Android 项目。

2007 年 11 月 5 日，谷歌公司正式向外界展示了这款名为 Android 的操作系统，并且在这天谷歌宣布建立一个全球性的联盟组织，该组织由 34 家手机制造商、软件开发商、电信运营商以及芯片制造商共同组成，并与 84 家硬件制造商、软件开发商及电信营运商组成开放手持设备联盟 (Open Handset Alliance) 来共同研发改良 Android 系统。完成开发后，Google 以 Apache 开源许可证的授权方式，发布了 Android 的源代码。第一部 Android 智能手机发布于 2008 年 10 月。

2009 年 4 月，谷歌正式推出了 Android 1.5 这款手机，从 Android 1.5 版本开始，谷歌开始将 Android 的版本以甜品的名字命名，Android 1.5 命名为 Cupcake（纸杯蛋糕）。2010 年 10 月份，谷歌宣布 Android 系统达到了第一个里程碑，即电子市场上获得官方数字认证的 Android 应用数量已经达到了 10 万个，Android 系统的应用增长非常迅速。

2011 年 8 月 2 日，Android 手机已占据全球智能机市场 48% 的份额，并在亚太地区市场占据统治地位，终结了 Symbian（塞班系统）的霸主地位，跃居全球第一。

2018 年 10 月，谷歌表示，将于 2018 年 12 月 6 日停止 Android 系统中的 Nearby Notifications（附近通知）服务，因为 Android 用户收到太多的附件商家推销信息的垃圾邮件。

2019 年 8 月，谷歌宣布 Android 系统的重大改变，不仅换了全新的 logo，命名方式也变了，Android Q 的正式名称是 Android 10。2020 年 3 月，谷歌的 Android 安全公告中提到，新更新已经提供了

CVE-2020-0069 补丁来解决针对联发科芯片的一个严重安全漏洞。

9.16 记忆系统（大数据存储与处理）范例企业介绍

1 易华录

北京易华录信息技术股份有限公司（简称：易华录），成立于2001年4月，于2011年5月5日在深圳证券交易所创业板上市（股票代码：300212）。旗下拥有十余家子公司及多家分公司，业绩覆盖全国30个省、自治区、直辖市及多个海外城市，已为国内200多个城市及海外多个国家提供了技术服务。

2016年易华录创造性地提出数据湖理念以来，经过3年的发展，通过践行“建湖、引水、水资源利用”数据湖三部曲，目前，易华录已在全国各地落地了15个数据湖，招募了近400家生态伙伴，引入了224个委办局2.84亿条数据，按照“一园、一湖、一脑、一院、一基金、一银行”的模式，形成规模化的大数据产业。

在产品方面，易华录推出了面向政府的城市大脑和满足各级管理者需要的、能触摸能操控的城市驾驶舱；面向企业的轻量级存储产品“数据保险箱”。

面向个人的全球第一款商业化运营的数字永生APP——葫芦。葫芦是一款为用户提供存储空间、智能交互办事、文件安全传输的数据时代智能个人助手，可用于存放用户重要的文件材料和各类珍贵数据，并以企业级数据安全标准保障个人数据安全。

2 沃民高科

沃民高科由齐中祥博士和许可教授在2007年成立，一个重要的定位就是“全球领先的互联网情绪大数据公司”，沃民高科通过自主

研发的抓取引擎对全球 7 大搜索平台、6 大社交平台、6 亿+社交账户的数据进行抓取，每 24 小时采集处理信息超过 8000 万条，累计处理信息超过 1500 亿条。数据来源涵盖明网、暗网、专网三种平台，24 小时不间断地监测全球社交媒体信息，第一时间感知全球舆论情绪变化。

沃民高科基于人工智能的情绪分析技术和算法建立模型，将人们的情绪反应实时分解为高兴、愤怒、悲伤、厌恶、恐惧五种类型，沃民高科利用这一模型对互联网每天抓取到的近亿条信息进行分析，从而发现世界范围内人们通过互联网社交网络表达的群体情绪。这种互联网大脑展现的情绪与选举、股市、舆情、品牌、国家安全等领域结合，就可以形成巨大的商业价值。

譬如沃民高科对美国大选、法国大选、韩国大选、英国大选、德国大选、柬埔寨大选等全球大选结果进行预测，取得了不俗的预测成绩。

沃民高科沃德社会气象台另一个重要应用是对互联网上发生的事件进行情绪分析，为企业和政府判断舆情走向和品牌影响提供支持。

总体看，由于互联网类脑结构中，基于社交网络产生群体情绪、情感是互联网大数据应用的一个典型应用方向，通过社交大数据对互联网大脑的情绪进行分析，符合人类对互联网大脑的需求，因此也就能产生社会关注度和商业价值，到 2018 年，沃民高科已经获得包括腾讯双百在内的各类投资超 1 亿元人民币，市值也超过了十亿人民币，应该说这也是顺应互联网大脑化趋势带来的超额经济回报。

9.17 超算与大规模计算范例企业介绍

1 美国硅图公司 (SGI)

美国硅图公司 (SGI, Silicon Graphics) 为高性能计算、数据管理和虚拟化产品的主要制造商。SGI 工作站和服务器优化用于计算机图像处理方便的任务。公司的产品以五个重要市场部分为目标：制造、生命科学、能源、政府以及媒体。Jim Clark 于 1982 年创立了 SGI，取名 Silicon Graphics Inc.。1991 年该公司转向使用首字母缩写 SGI。SGI 位于加利福尼亚州芒廷维尤，全世界都有其办事处。

SGI 公司是业界高性能计算系统、复杂数据管理及可视化产品的重要提供商。它提供世界上优秀的伺服器系列以及具有超级计算能力的可视化工作站。SGI 公司是美国 Fortune 杂志所列美国最大 500 家公司/生产企业之一，年产值超过 40 亿美元。近五年公司平均增长率为 40-50%，是世界上发展最快的一家超级计算公司。

公司在业界率先集成了 RISC 技术、均衡多重处理技术、数字化媒体技术、电脑图形技术、UMA 及 CCNUMA 体系结构等电脑领域的核心科技，形成了自己的独特风格，开创了视算科技及信息处理的新方向。目前 SGI 已经是一个具有各档工作站、伺服器、超巨型机、Internet/Intranet 等全线产品的大型电脑公司，1996 年收购了世界最尖端的巨型机公司--克雷公司 (CRAY) 之后，SG 在超级计算领域更是取得了世界上 500 台最大超级电脑中半数以上的市场份额。

SGI 现在已成为一个具有 IRIX、LINUX 平台的工作站、伺服器和存储系统以及媒体商务解决方案的公司。采用 SGI 伺服器，你就可利用其非凡的计算能力帮助你解决最为棘手的问题。SGI 的图形工作站可以用更形象化的方式观看、操作和使用数据。在电信、媒体、政府、科学技术、制造、能源等市场领域，SGI 一直占据领先地位，是

技术计算和可视化计算的佼佼者。SGI 公司现在简称 sgi，其中 s 代表伺服器，超级电脑，g 代表图形工作站，i 代表具有突破性的洞察力。

上世纪 90 年代，硅图制造的高端微型计算机“工作站”被用来为《侏罗纪公园》等好莱坞大片设计电脑特技，该公司一度成为硅谷的明星企业之一，其 1995 年的纯收入达 2.25 亿美元。

2 中科曙光

中科曙光所属曙光信息产业股份有限公司，是曙光信息产业股份有限公司旗下网站。曙光信息产业股份有限公司是在中国科学院的大力推动下组建的国家高新技术企业，提供高性能计算机、通用服务器、储存、安全到数据中心等 ICT 基础设施产品，并大力发展云计算、大数据、人工智能、边缘计算等先进计算业务，为用户提供全方位的信息系统服务解决方案。2009-2018 年共计 9 度获得中国高性能计算机 TOP100 排行榜市场份额第一。

2010 年，由曙光公司研发的“星云”高性能计算机在第 35 届全球超级计算机“TOP500”中以每秒系统峰值达三千万亿次(3PFlops)，每秒实测 Linpack 值达 1.271 千万亿次的速度，取得了全球第二的成绩，成为了世界上第 3 台实测性能超千万亿次的超级计算机，再次向国人力证了“中国速度”。

如今，曙光公司的硬件产品、解决方案、云计算服务已被广泛应用于教育、气象、医疗、能源、互联网及公共事业等多个领域，并且连续五年在中国高性能计算机 TOP100 中市场总份额位居第一，更进一步确立了曙光公司在中国高性能计算领域的领先地位。

基于在高端计算领域的技术积累，曙光公司正在逐步从“硬件提供商”向“云计算服务提供商”迈进；并在近几年内“潜心”规划着

布局全国云计算的宏伟蓝图，目前已在我国西南、华南、华中、东北等地成功实现了“城市云”布局，筹建了成都、无锡、南京、包头等十个城市云计算中心，并计划未来三年内完成云计算战略布局，为快速高效地提升区域经济建设，丰富人们日常生活所需信息资源提供了坚实的科技保障。

9.18 定位与空间位置范例企业介绍

1 千寻位置

千寻位置网络有限公司，成立于2015年8月18日，位于上海。千寻位置以“互联网+位置（北斗）”的理念，通过北斗地基一张网的整合与建设，基于云计算和数据技术，构建位置服务云平台。千寻位置提供的是动态亚米级、厘米级和静态毫米级的定位能力（是IoT时代重要的基础设施之一），利用超过2000个地基增强站及自主研发定位算法，通过互联网技术为遍布全国的用户提供精准定位及延展服务。

千寻位置致力于让位置创造价值，将公司打造成为提供精准位置服务、数据积累与挖掘、数据融合增值服务、具有全球竞争力的新兴产业集团。在卫星定位的基础上，融合各类定位技术，针对特定的应用场景，不同的应用终端，推出与实际场景相结合的解决方案。千寻位置分享对位置相关的海量数据接入、存储、融合和开放的能力，为企业和开发者的集成开发、应用推广提供一站式的服务支撑；让精准位置服务成为连接、激活和驱动位置（北斗）生态发展的新的互联网基础设施。

2016年5月18日，千寻位置宣布正式在全国范围提供亚米精度的实时动态定位导航服务（“千寻跬步”）。除了“千寻跬步”，千

寻位置网还同时发布了可以提供厘米级定位服务的“千寻知寸”，以及服务精度高达毫米级的“千寻见微”。2017年5月23日，千寻位置发布全国首个北斗系统开放性数据平台。作为全国首个北斗系统的开放性数据及能力平台，北斗开放能力平台将为用户提供海量的多维度数据、分布式计算能力、测试分析能力、应用场景验证等，为北斗相关行业开发者“一站式”的算法研发奠定基础。

2019年5月23日，千寻位置 FindNow 用户突破3亿，其中80%用户来自中国地区，平均每6个中国人就有1个是千寻用户。这项服务的广泛使用，对于提升中国时空大数据安全意义重大。同年11月13日，千寻位置发布内部代号为“潜龙”的新一代时空服务器。作为国家北斗地基增强系统“全国一张网”的建设和运营方。

千寻位置计划在2020年上半年完成对全国所有的北斗地基增强站服务器的替换。替换完成后，国家北斗地基增强系统的建设和更新成本降低50%以上，核心技术、算法等全部自主可控。除了满足自用需求外，千寻位置还计划将“潜龙”时空服务器开放给有一定自组网、自服务要求的战略性行业客户，帮助电网、铁路等战略性行业客户建设专有时空云平台，确保数据安全。

2 美国 GPS

美国 GPS 卫星导航系统，是利用在空间飞行的卫星不断向地面广播发送某种频率并加载了某些特殊定位信息的无线电信号来实现定位测量的定位系统。该系统由空间运行的卫星星座、地面控制部分、用户部分等三部分组成。

20世纪50年代末期美国研制的子午卫星导航系统（NNSS）为GPS的前身，用5到6颗卫星组成的星网工作，每天最多绕过地球

13 次，但无法给出高度信息，在定位精度方面也不尽如人意。但子午仪系统使得研发部门对卫星定位取得了初步的经验，并验证了由卫星系统进行定位的可行性，为 GPS 系统的研制埋下了铺垫，它开创了海空导航的新时代。

20 世纪 70 年代由美国陆海空三军联合研制的新一代空间卫星导航定位系统——全球定位系统（GPS），其主要目的是为陆、海、空三大领域提供实时、全天候和全球性的导航服务，并用于情报收集、核爆监测和应急通讯等一些军事目的。经过 20 余年的研究实验，耗资 300 亿美元，到 1994 年 3 月，全球覆盖率达 98% 的 24 颗 GPS 卫星系统才布设完成。

这个系统可以保证在任意时刻，地球上任意一点都可以同时观测到 4 颗卫星，以保证卫星可以采集到该观测点的经纬度和高度，以便实现导航、定位、授时等功能。这项技术可以用来引导飞机、船舶、车辆以及个人，安全、准确地沿着选定的路线，准时到达目的地。其地面控制系统由监测站（Monitor Station）、主控制站（Master Monitor Station）、地面天线（Ground Antenna）所组成，主控制站位于美国科罗拉多州春田市（Colorado Spring）。地面控制站负责收集由卫星传回之讯息，并计算卫星星历、相对距离，大气校正等数据。

2004 年 GPS 导航仪在我国被应用到汽车领域，据不完全统计，至 2006 年，该年 GPS 产品销售额已达近 50 亿元。环比上年增长 50.8% 以上。GPS 定位技术具有高精度、高效率和低成本的优点，使其在各类大地测量控制网的加强改造和建立以及在公路工程测量和大型构造物的变形测量中得到了较为广泛的应用。目前正在实验第二代卫星系统，计划发射 20 颗卫星，定位精度将达 1 毫米。

9.19 神经系统综合应用（系统集成）

1 亚信科技

亚信科技控股有限公司（简称：亚信科技），是一家业务涉及云安全、身份安全、终端安全的高科技企业，成立于 1993 年，总部设在北京。是软件产品、解决方案和服务提供商，致力于成为大型企业数字化转型的使能者。作为中国归国留学人员“科技报国”的重要成果，亚信曾率先将 Internet 引入中国，为中国信息化建设作出卓越贡献，享有“中国互联网建筑师”的美誉。2000 年 3 月亚信科技在美国纳斯达克上市，2010 年公司与 Linkage 合并，更名为 AsiaInfo-Linkage, Inc,

亚信拥有丰富的电信项目实施经验。从 1995 年起，亚信承建了上千项大型网络及核心业务系统项目，如中国六大全国 Internet 骨干网、全球最大的视频会议系统网、浙江移动支持 2000 万用户的 BOSS 系统、集成了国外高端软件应用的北京移动操作型 CRM 项目等等。在中国，亚信公司为客户提供 7*24 小时不间断服务。通过建立一整套规范的运作体系和流程，集中一批高水准的客户支持工程师队伍，提供故障诊断、故障排除、技术咨询等全方位的技术支持服务。

亚信科技通过 5G、云计算、大数据、AI、物联网等技术手段，秉承“一巩固、三发展”的战略决策，依托产品、服务、运营和集成的能力，在传统业务方面，以 5G 为契机，全面布局，在 5G OSS 网络智能化、DSaaS 数字化运营服务、企业上云及垂直行业领域规模化发展。亚信科技拥有电信级软件产品，包括客户关系管理、计费账务、大数据、物联网及 5G 网络智能化产品，大型企业客户涉及通信、金融、交通、邮政、能源、零售、公共服务、广电等行业。

2 数字政通

北京数字政通科技股份有限公司，成立于 2001 年，总部北京，公司设有两个事业部（数字城管事业部、国土事业部）和企管部，在武汉设有研发中心，在上海设有全资子公司——上海政通信息科技有限公司，并在广州、昆明设有办事处。数字政通是中国领先的智慧城市应用与信息服务提供商，在数字化城市综合管理领域市场占有率超过 70%，居于绝对领先的地位。

数字政通专业从事电子政务和 GIS 应用平台的开发和推广工作，为政府部门提供 GIS、MIS、OA 一体化的电子政务解决方案，并提供政府各个部门间基于数据共享的协同工作平台。同时，为满足中国城市客户不断增长的服务需求，公司还提供二维/三维基础地理数据、实景影像数据、部件数据和人口房屋数据等城市核心应用数据的采集、普查与管理服务，及满足数字城市管理系统运行规范的专业服务外包、坐席托管等各种增值服务。迄今为止已经为包括北京、上海、天津、重庆、广州在内的 200 多个国内城市客户提供并实施了全面的数字化城市管理解决方案。

2008 年 12 月，由国家遥感中心牵头并联合中国地理信息系统（GIS）协会、中国遥感学会环境遥感分会以及中国全球定位系统技术应用协会共同组织的测评中，北京数字政通科技有限公司分别通过 2008 年度国产空间信息系统软件对数字城管 06 和城管通 08 的测评，并获得“数字化城市管理信息系统 V1.0”表彰软件奖。

2012 年 12 月，数字政通获得甲级测绘资质。该资质由国家测绘地理信息局审批、颁发，用于证明持证单位从事测绘业务的综合能力。资质等级分为甲级、乙级、丙级，其中甲级为最高。取得资质后，公

司测绘业务范围将包含地理信息系统工程及互联网地图服务。该项专业资质的获得，标志着数字政通已具备国家最高等级的测绘业务资格。

附录：报告全文的 19 个核心观点

(1) 互联网大脑的形成与 21 世纪科技生态的类脑化

经过 50 多年的发展，互联网逐步从网状结构演化为类脑模型。在 21 世纪，数十亿人类群体智慧与数百亿机器智能将通过互联网大脑架构形成一种人机协同的类脑复杂智能巨系统。互联网的这一巨大变化将对 21 世纪科技生态产生重大影响。包括物联网、云计算、大数据、边缘计算、数字孪生、工业互联网、城市大脑和工业大脑在内的许多前沿科技的产生，都与互联网大脑架构的发育有关（如图 1）。

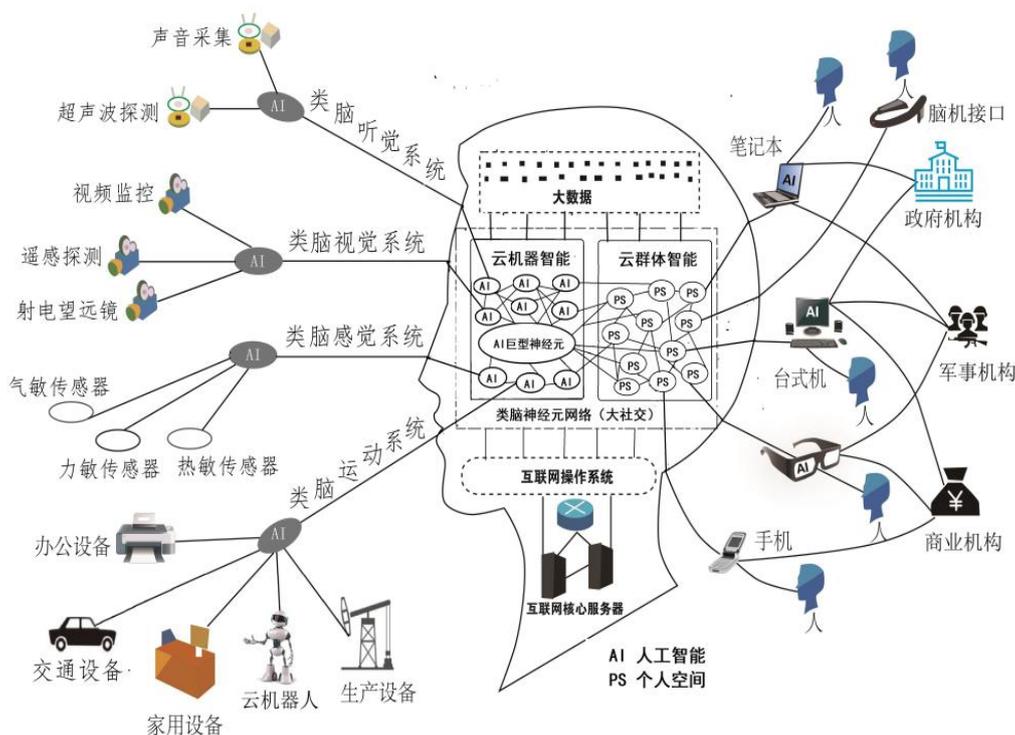


图 1 互联网大脑模型

注：科学院刘锋团队 2008 年发表《互联网进化规律的发现与分析》首次提出互联网大脑模型，此后发表 20 余篇论文，编著 4 部，报告 5 份

(2) 城市大脑产生的根源

城市大脑是互联网大脑架构发育过程中与城市建设相结合的产物。一方面，城市大脑将继承互联网大脑的基本特征；另一方面，城市大脑是互联网大脑的子集，将借助互联网大脑实现不同城市大脑之间的信息交换（如图 2）。

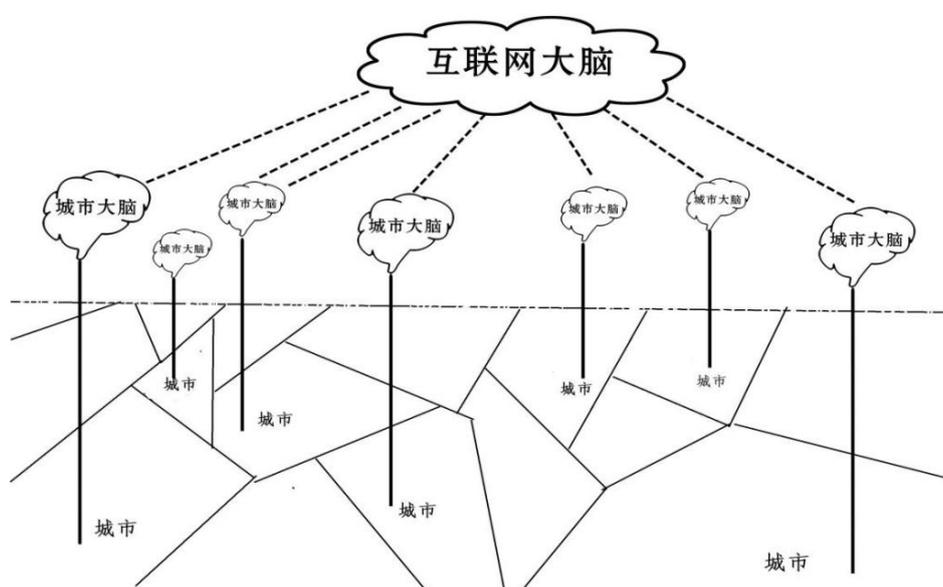


图 2 城市大脑与互联网大脑关系图

注：刘锋研究团队与 2015 年发表论文《基于互联网大脑架构的智慧城市建设探讨》首次提出城市大脑的定义与重要特征。

(3) 城市大脑的定义

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，城市神经网络和城市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，更好地满足城市各成员的不同需求。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神经系统，为人类协同发展提供一个类脑的智能支撑平台（见图3）。



图3 城市大脑示意图

(4) 互联网大脑架构的三个重要特征

第一是具有类脑神经网络，实现万物互联。

第二是云群体智能和云机器智能混合形成智能协同效应。

第三是借助云反射弧实现信息的跨节点传递（见图4）。

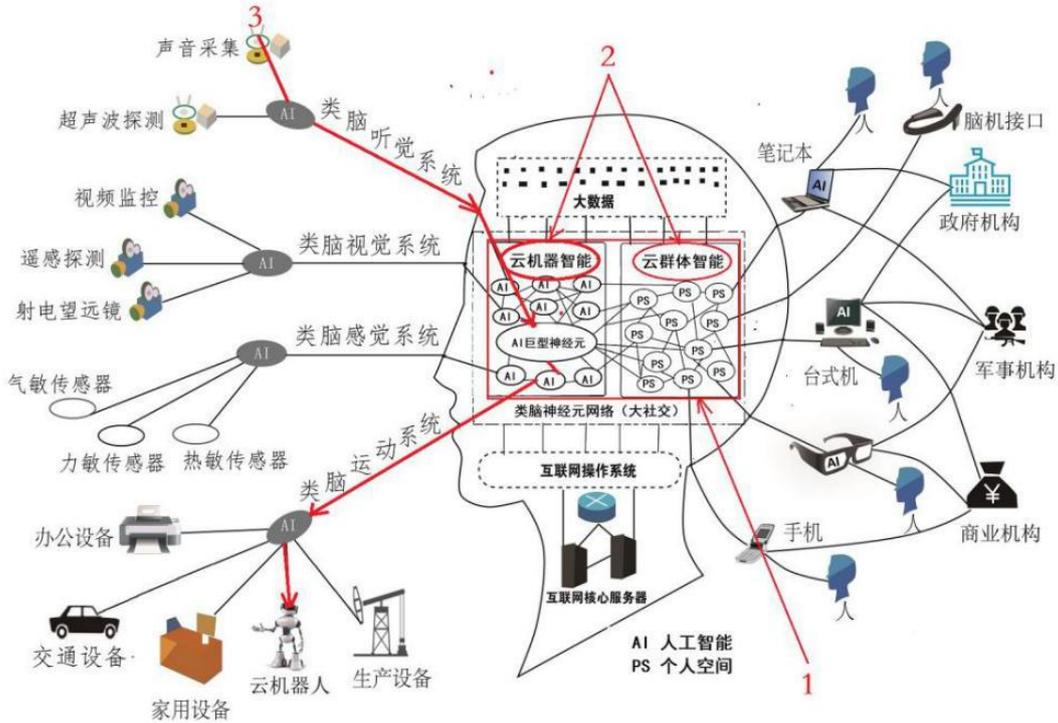


图4 互联网大脑的三个特征

(5) 城市大脑全球标准的 9 个研究方向

根据互联网大脑的三个特征，可以形成城市大脑全球标准的 9 个研究方向：（见图 5）：

- ①城市大脑的顶层建设标准；
- ②城市神经元的分类标准；
- ③城市神经元的功能标准；
- ④城市神经元的全球空间位置标准；
- ⑤城市神经元的世界统一编码标准；
- ⑥城市神经元权限关系标准；
- ⑦城市大脑技术框架标准；
- ⑧城市大脑云反射弧建设标准；
- ⑨城市大脑运行安全标准

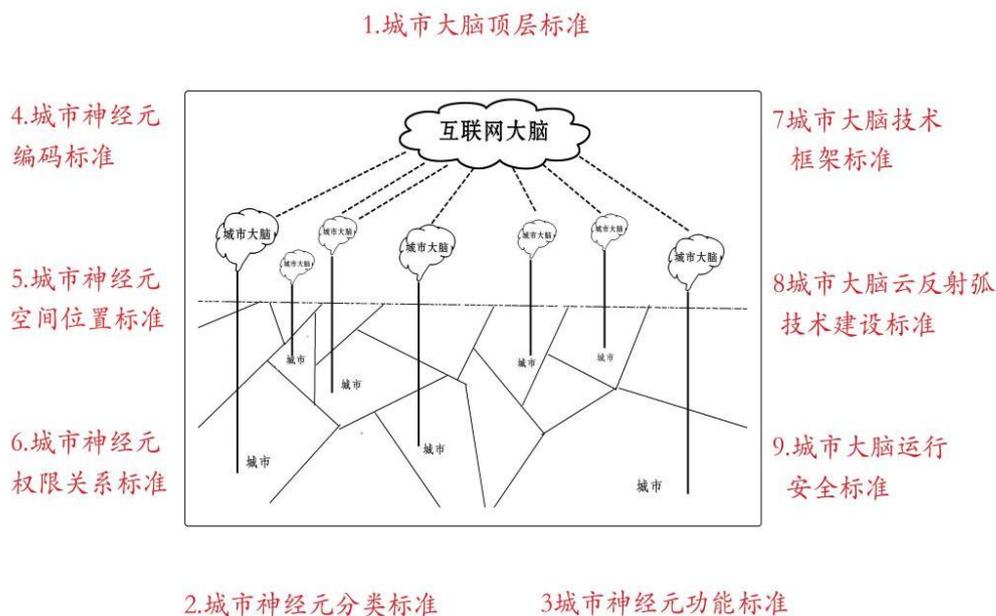


图 5 城市大脑的九个研究方向示意图

注：研究团队 2020 年 5 月发表文章《城市大脑建设的 9 个方向》提出研究框架

(6) 研究方向1: 城市大脑的三个顶层技术规范

城市大脑全球标准第一个研究方向提出了城市大脑的三个顶层技术规范。第一是“统一的神经元节点技术框架”（为人类，设备和软件系统建立）；第二是“对于每个神经元节点人机双智能控制，人类权限最大”；第三是“跨节点信息路由，实现云反射弧”（见图6）。

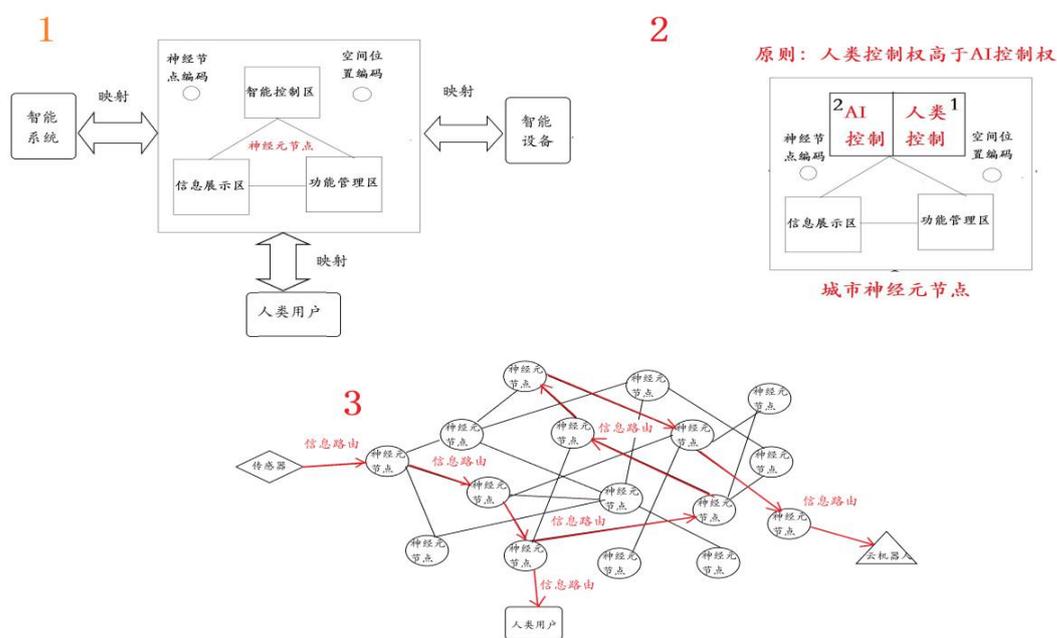


图6 城市大脑三个顶层标准示意图

(7) 研究方向 2: 城市大脑神经元分类

城市大脑全球标准第二个研究方向提出了城市大脑神经元的分类。如果按照映射对象进行分类,可以把城市大脑神经元分为“城市人类神经元”、“城市实物神经元”、“城市程序神经元”和“城市团体神经元”四类(见图7)。

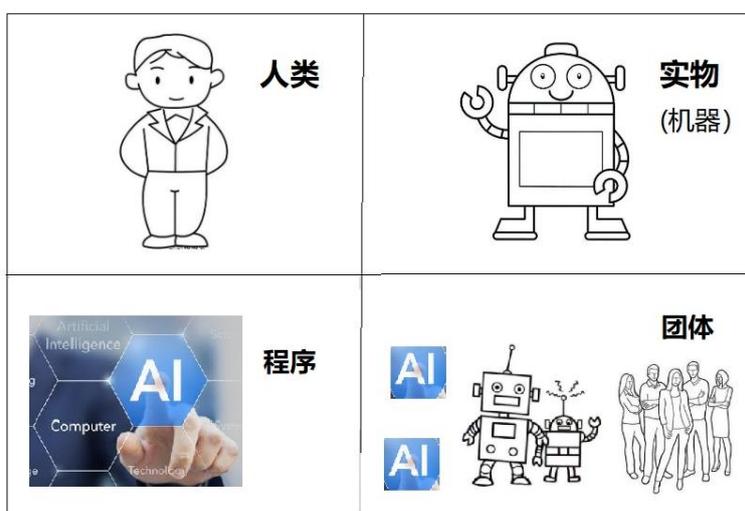


图7 城市神经元的四个类型

(8) 研究方向 3: 城市大脑神经元的功能和结构

城市大脑全球标准第三个研究方向提出：城市大脑神经元的结构可以由信息展示区、功能模块区、智能控制区、神经元节点编码、空间位置编码等五个模块组成（见图 8）。

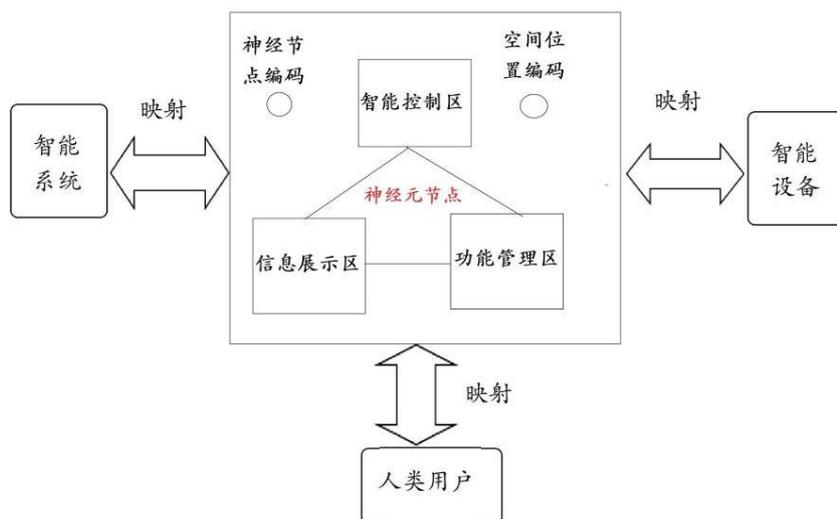


图 8 城市神经元结构图

(9) 研究方向 4: 城市神经元的权限关系

城市大脑全球标准第四个研究方向提出:城市大脑中城市神经元的权限关系除了人机关系之外,还包括人人关系、机机关系、人系统关系、机系统关系、人团体关系、机团体关系、系统与团体关系、团体与团队关系等。相互关系有控制、领导和对等关系等三种类型(见表1)。

城市神经元	人类	实物	系统	团体
人类	✓	✓	✓	✓
实物	✓	✓	✓	✓
系统	✓	✓	✓	✓
团体	✓	✓	✓	✓

表1 城市神经元关系

(10) 研究方向 5: 城市大脑全球系统的总体技术框架

城市大脑全球标准第五个研究方向提出:城市大脑的总体技术框架标准可以采用中心化和去中心化结合的方式。互联网系统架构目前有两种重要的模式,分别是中心型架构和去中心化(分布式)架构。其中中心型架构中有 B/S、C/S 或云计算模式,去中心化(分布式)架构有 P2P 或区块链模式,城市大脑的总体技术框架可以是它们的组合形式(见图 9)。

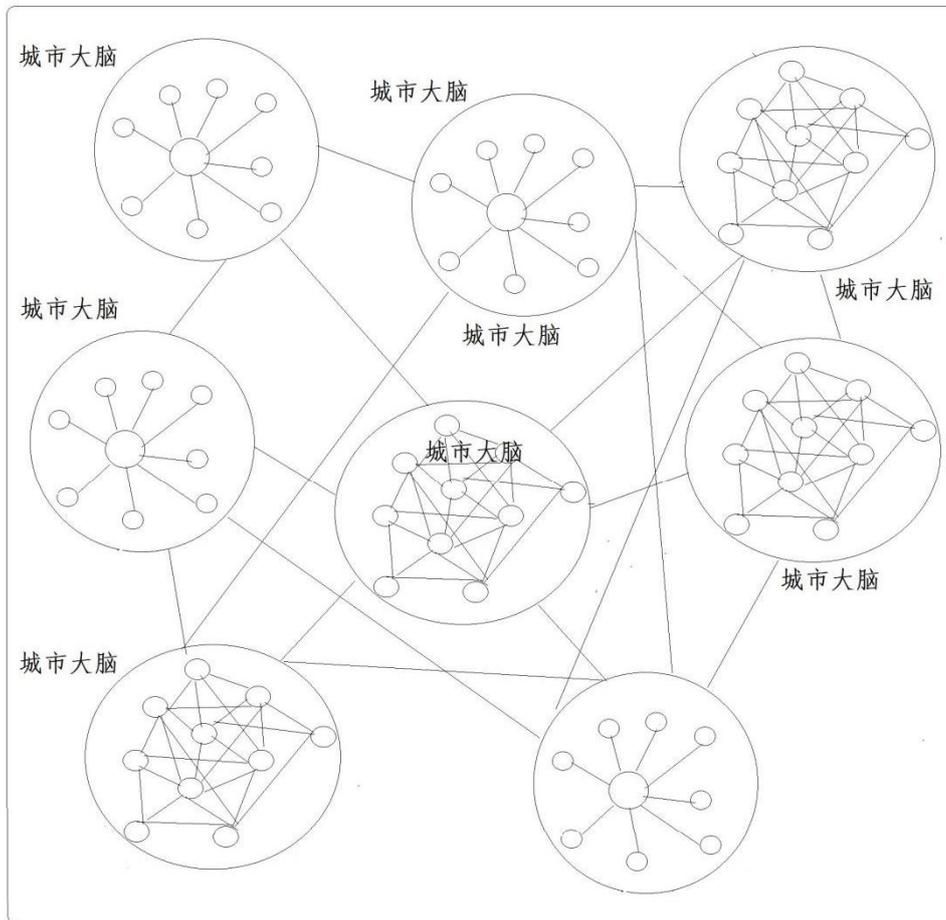


图 9 城市大脑的总体技术框架

(11) 研究方向 6: 城市神经元的全球空间位置

城市大脑全球标准第六个研究方向提出：城市神经元的全球空间位置标准主要是为在现实世界存在的各种人、实物和团体的定位提供支持。目前可以采用的方法有经纬度和海拔的组合、中国北斗系统研发的全球区域位置标识编码——北斗导航网格码等（见图 10）。



图 10 城市神经元空间位置示意图

(12) 研究方向 7: 城市神经元的世界统一身份编码

城市大脑全球标准第七个研究方向提出了规划城市神经元世界统一编码标准的方法，构建了一种新的万物互联神经元编码和实现机制。城市神经元编码由多个数据片段构成：包含分类标识位、人工编码、归属编码、时间戳和随机数，允许使用者自动生成。但需要在中心化的验证节点数据库进行验证，以保证其唯一性（见图 11 和表 2）。

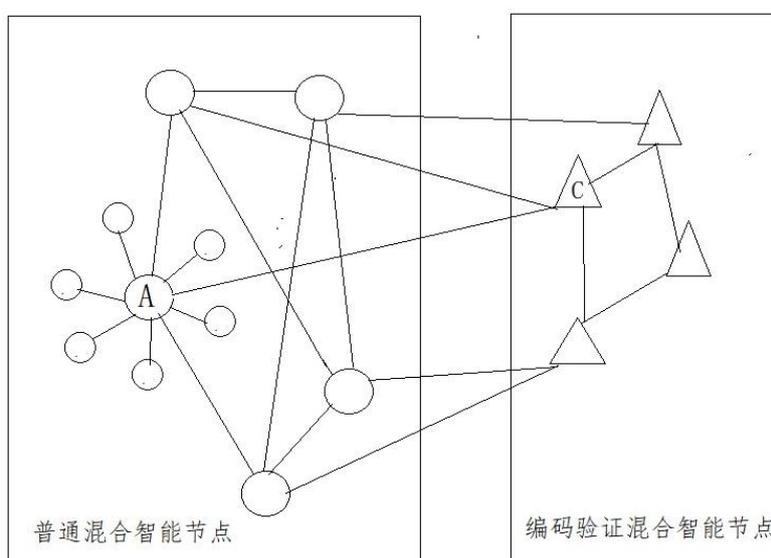


图 11 城市神经元编码实施架构图

表 2 城市神经元编码范例

分类标识位	人工编码	归属码	时间戳	随机数
1 位	7 位	4 位	14 位	6 位
1138.0551.0111.2020.0808.1205.0728.1276				

(13) 研究方向 8: 城市大脑的云反射弧建设

城市大脑全球标准第八个研究方向提出了城市大脑在世界范围如何通过云反射弧对城市运行中的各种需求和问题进行处理的规范方案，如：梳理一个城市需要哪些云反射弧？不同的城市如何拥有自己特色的云反射弧？云反射弧的发起者、管理者和参与者如何协同等（见图 12）。

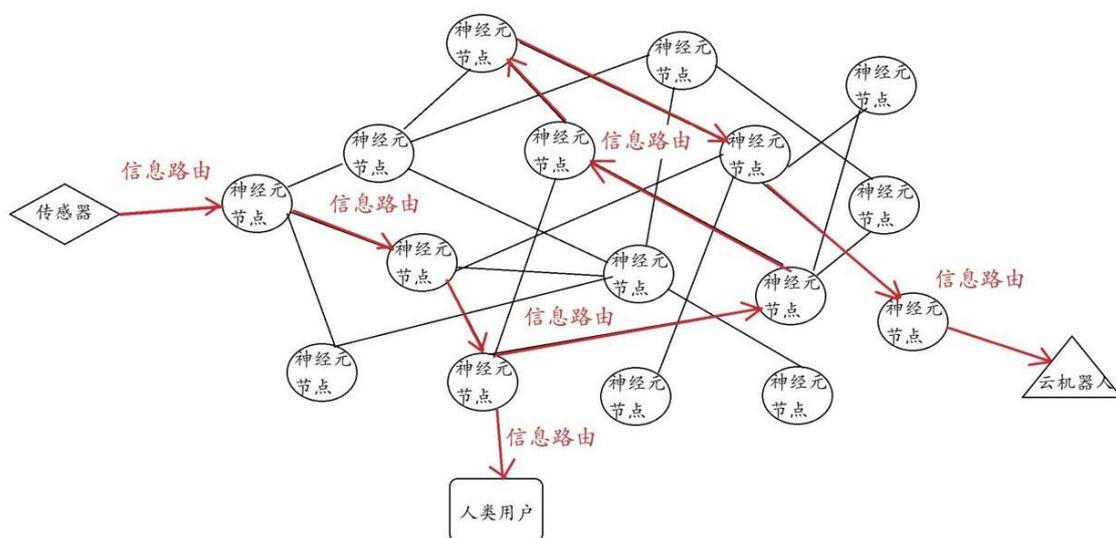


图 12 城市云反射弧

(14) 研究方向9：城市大脑的运行安全

城市大脑全球标准第九个研究方向是城市大脑运行安全的标准规范问题。城市大脑运行中会遇到黑客攻击、病毒侵入、操作者失误和 AI 系统 BUG 等问题。这些问题通过城市大脑可以把危险放大到整个城市、国家、区域乃至世界范围，因此需要从感知节点、传输线路、决策中枢、运行数据和人机交互等多个角度对城市大脑运行安全进行规范（见图 13）。



图 13 城市大脑安全示意图

(15) 城市大脑与前沿科技的关系

物联网、云计算、大数据、人工智能、边缘计算和数字孪生既是互联网大脑架构发育过程的产物，也是支撑城市大脑运转的技术基础，会深刻影响互联网大脑和城市大脑的发展（见图 14）。

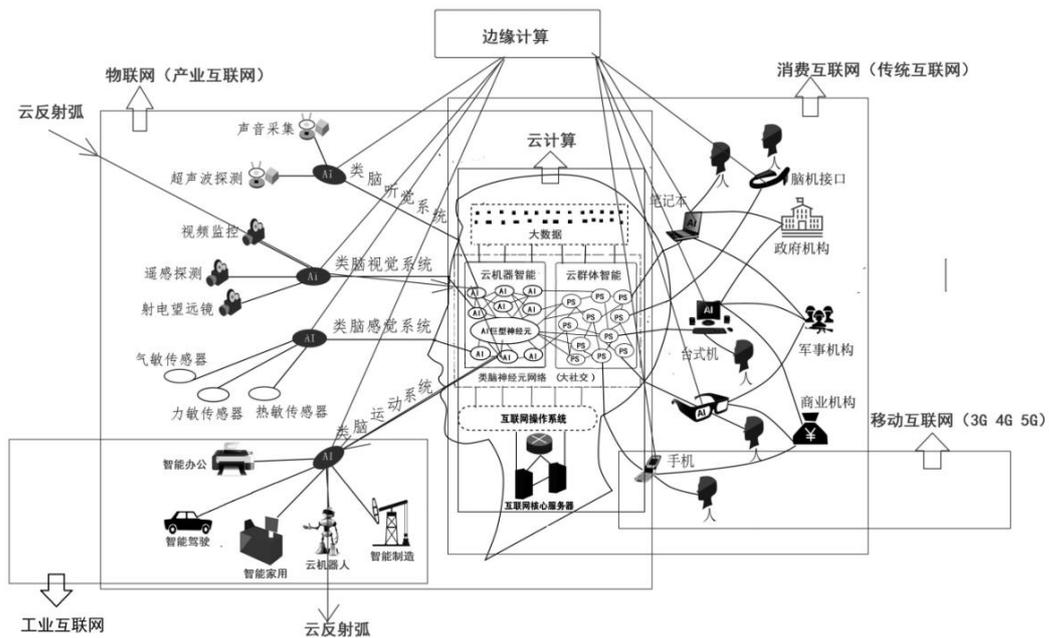


图 14 城市大脑与前沿科技关系图

(16) 支撑城市大脑的 19 个技术和产业方向

根据互联网大脑模型，可划分出实现城市大脑和智能产业的 19 个相关技术和产业方向（见图 15）。

基于互联网大脑模型的关键产业分布图

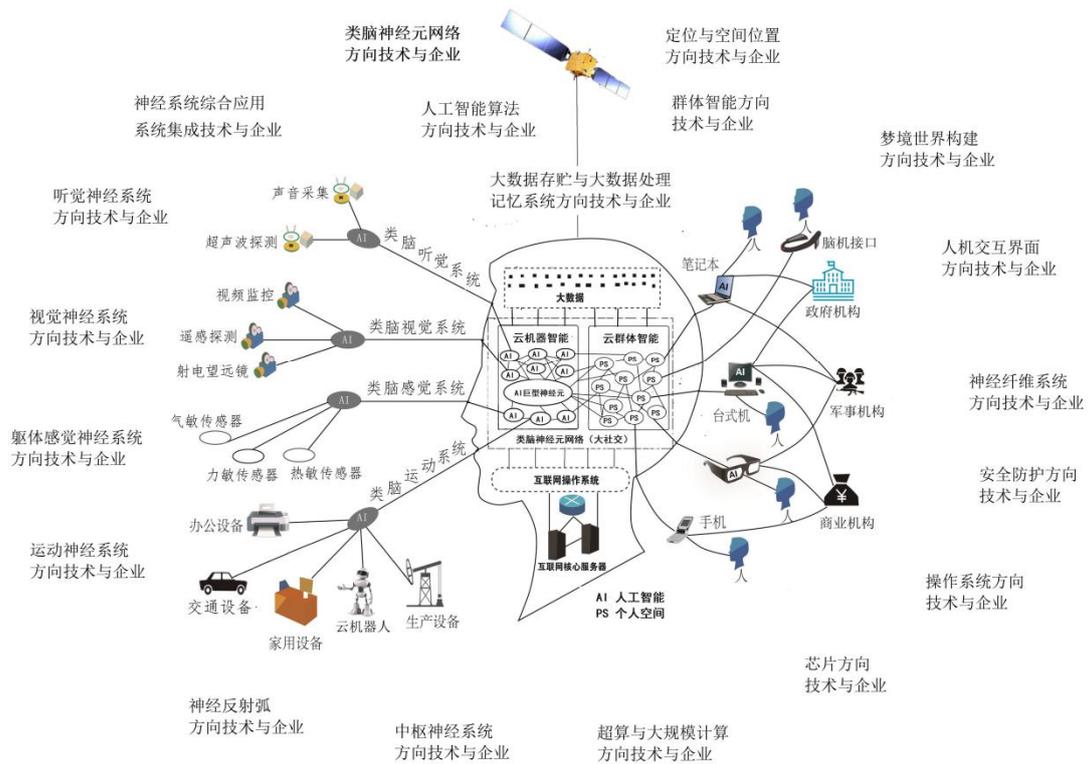


图 15 基于互联网大脑模型的关键产业分布图

(17) 城市大脑发展的七个阶段

根据全球城市发展历史和现代化进程，结合城市大脑三个顶层规范实施难度的预判，我们将城市大脑从产生、发展、成熟到达最终形态这个全过程划分为七个阶段（见表3）。

表3 城市大脑发展阶段

阶段一	城市大脑的史前阶段	6000年前-2009年	城市经历了从原始到工业现代化到信息现代化的过程。
阶段二	城市大脑的混沌阶段	2009年-2015年	智慧城市提出和发展，但没有形成清晰明确的建设方向
阶段三	城市大脑的萌芽阶段	2015年-2021年	学术、产业和城市提出城市大脑概念，这个时期重点发育了城市AI巨型神经元。
阶段四	城市大脑的连接阶段	2021年-2045年	城市大脑开始形成统一的城市神经元标准，实现对城市内和城市之间的人，设备、物和系统的连接
阶段五	城市大脑的分权阶段	2023-2045年	城市大脑开始围绕人和人，人和机器（系统），机器和机器（系统），进行权限和责任的划分
阶段六	城市大脑的反射弧阶段	2025-2045年	城市大脑的城市云反射弧开始大规模梳理和验证，不断满足城市各类需求。
阶段七	城市大脑的世界脑阶段	2045年--	世界范围的城市大脑通过互联网类脑架构最终联合形成世界神经系统（WWNS），高效的解决人类社会面临的各领域问题。

(18) 城市智商的研究与评估

城市智商 (CITY IQ) 是基于互联网大脑模型, 用科学的测试量表对目标城市的城市神经网络、神经元节点人机控制权限和城市云反射弧这三个核心要素进行综合评测的结果。城市智商 (CITY IQ) 能反映目标城市的城市大脑智力发展水平, 具有时限性。如表 4 所示。

表 4 城市智商测试量表

一级指标	二级指标	三级指标
城市神经网络 (城市大社交网络)	城市神经网络完善程度	
	城市神经网络统一程度	
	城市神经网络覆盖程度	
	城市神经网络活跃程度	
神经元节点人机控制权限	由人类控制	
	由 AI 控制	
	双智能控制, 人类控制权最高	
城市云反射弧	安防云反射弧	反射弧反应速度
		稳定性 (鲁棒性)
	金融云反射弧	反射弧反应速度
		稳定性 (鲁棒性)
	交通云反射弧	反射弧反应速度
		稳定性 (鲁棒性)
…… (根据研究可以持续增加)		

(19) 第三次科技生态全球标准制定的需求

近 50 年来，IT 相关智能产业有三次重要的标准制定机遇。第一次是 TCP/IP 协议的制定，规范了硬件设备之间的通信活动；第二次是 W3C 规则的制定，规范了互联网上信息展示与数据传输活动，第三次应该是城市大脑到世界神经系统规则制定（WWNS-R），将在应用层规范人、物和系统的交互与协同（见图 16）。

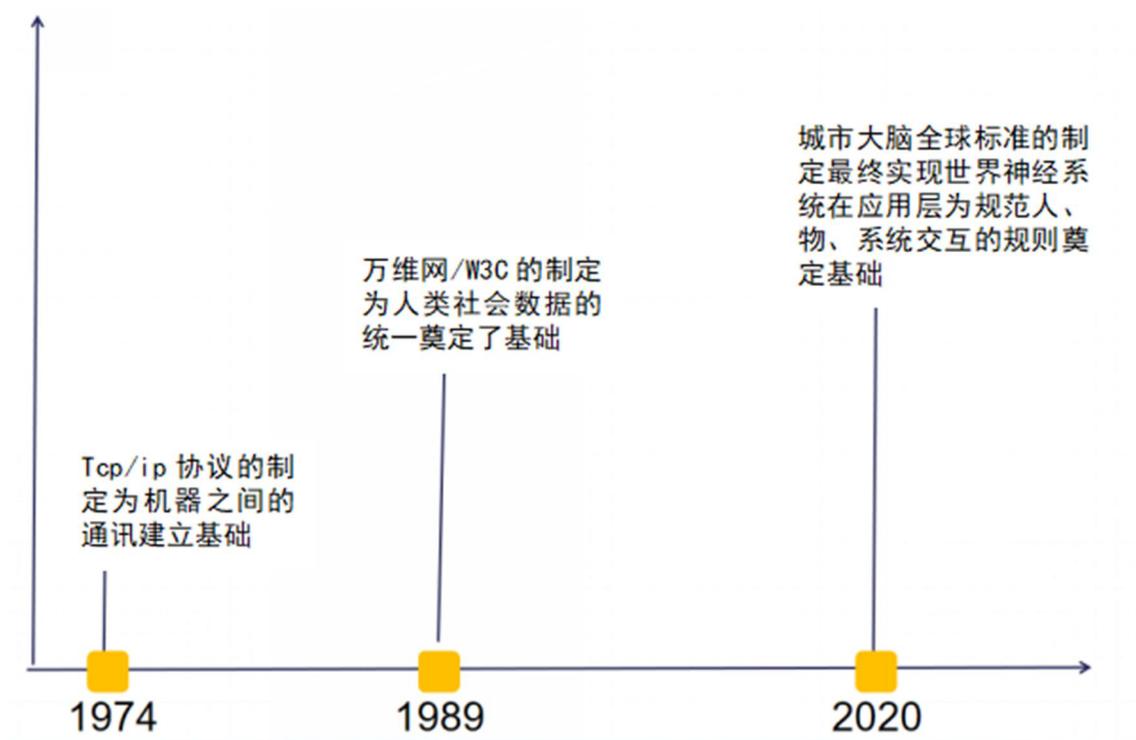


图 16 全球科技生态的三次标准示意图

参考文献

1. 周丛乐.新生儿脑发育评价的意义与方法[J].临床儿科杂志,2008(3)
2. 李存山.莱布尼茨的二进制与《易经》[J].中国文化研究,2000(3)
3. 蒋立华.电话的发明与发展[J].自动化博览,1995(4)
4. W. Richard Stevens. TCP for Transactions, HTTP, NNTP, and the UNIX Domain Protocols[M].TCP/IP Illustrated, Volume 3: ISBN 0-201-63495-3
5. 王善平.实现超文本梦想的万维网——2016年度图灵奖简介.科学, 2017
6. 腾讯.微信和 WeChat 合并月活达 10.58 亿.腾讯 2017 年第四季度报告.2017
7. Facebook.2017 年 Q2 Facebook 月活跃用户数超 20 亿人.Facebook2017 年第二季度报告
- 8.Gartner.2017 年云计算发展报告, 2017
- 9.罗益锋. 光纤的发展动向和新进展[J]. 高科技纤维与应用, 2010, 35(3):26-30
- 10.韦惠民.蜂窝移动通信技术[M].西安:西安电子科技大学出版社.2002(1):134-156
- 11.高芳.全球 5G 发展现状概览[J].全球科技经济瞭望,2014(3):24-28
- 12.陈积明, 林瑞仲, 孙优贤.无线传感器网络通信体系研究.传感技术学报,2006,2(1):78-81
- 13.麦肯锡.《2017 年麦肯锡物联网研究报告》,2017.
- 14.吴毅,夏婷婷,李润青.基于 NB-IoT 及 LORA 的技术分析和应用展望.《中国管理信息化》,2018.
- 15.王萌.传感器+大数据: GE 打造工业互联网.<https://www.ctocio.com/ccnews/9954.html>,2017.
- 16.张曙.工业 4.0 和智能制造.《机械设计与制造工程》,2014.
17. 张恒,刘艳丽,刘大勇.云机器人的研究进展.《计算机应用研究》,2014.
- 18.刘春晓.改变世界——谷歌无人驾驶汽车研发之路.《汽车纵横》,2016.
- 19.崔丕胜.约翰·冯·诺伊曼.《世界经济》,1985.

- 20.Thomas M Bartol Jr.Nanoconnectomic upper bound on the variability of synaptic plasticity.《elife》,2015.
- 21.贾焰,周斌.大数据分析技术发展迅猛,机遇挑战并存.《信息通信技术》,2016.
- 22.IDC.《IDC2017-2018 大数据发展报告》,2018.
- 23.刘寅斌,胡亚萍.从谷歌大脑看人工智能在知识服务上的应用.《图书与情报》.2017.
- 24.百度.2018 百度 AI 开发者大会.[https://baike.baidu.com/item/2018 百度 AI 开发者大会/22628496?fr=aladdin](https://baike.baidu.com/item/2018%20百度%20AI%20开发者%20大会/22628496?fr=aladdin), 2018.
- 25.宾文娟.阿里云 ET 大脑首度引入实战.http://www.sohu.com/a/211669341_452858, 2018.
- 26.360 公司.360 安全大脑.[https://baike.baidu.com/item/360 安全大脑/22594757?fr=aladdin](https://baike.baidu.com/item/360%20安全%20大脑/22594757?fr=aladdin), 2018.
- 27.网易智能.腾讯超级大脑都有哪些应用.<http://tech.163.com/18/0524/15/DIJ48PPB00098IEO.html>. 2018.
- 28.网易科技.华为云推 EI 智能体.<http://tech.163.com/18/0626/22/DL8RS9PG00097U7T.html>.
- 29.曹正军.漫谈比特币和区块链.blog.sciencenet.cn/blog-3224443-1110626.html, 2018
- 30.刘锋.《互联网进化论》.清华大学出版社, 2012.
- 31.施光耀,魏媛娜.商业模式决定企业兴衰——从“富士”和“苹果”公司谈起.《资本市场》,2012.
- 32.Facebook.Facebook 进军物联网 推出新开发者工具.《F8 开发者大会》, 2015.
- 33.IDC.《2017 年世界云计算发展报告》, 2017.
- 34.魏武挥.阿里:来往失败,钉钉重来.《二十一世纪商业评论》,2015.
- 35.腾讯.腾讯架构调整:成立云与智慧产业事业群.新浪科技, 2018.
- 36.刘平.5G 时代,华为有多大话语权?.《金融经济》,2017.
- 37.陈淳.城市起源之研究.《文物世界》,1998.
- 38.王廉.《2016 世界城市发展年鉴》.中山大学出版社,2017.
- 38.杨再高.智慧城市发展策略研究.《科技管理研究》,2014,

- 39.Liufeng,liufangrao,shiyong.City Brain, a New Architecture of Smart City Based on the Internet Brain. 《IEEE CSCWD》,2018.
- 40.于景元.钱学森关于开放的复杂巨系统的研究.《系统工程理论与实践》,1992.
- 41.刘锋,彭赓.互联网进化的趋势与规律.《科技论文在线》,2008.
- 42.鞠文慧.深度了解接近传感器的应用场景.《传感器技术》,2018.
- 43.Waibel, Bectz.RoboEarth. 《IEEE Robotics & Automation Magazine》,2011.
- 44.IBM.《IBM 大数据趋势报告 2016-2017》,2017.
- 45.郑南宁、刘子熠、任鹏举.AI 2.0 时代的群体智能.《信息与电子工程前沿(英文)》,2018.
- 46.产业互联网&消费类电子.智能硬件“语音交互”是如何实现的.<https://blog.csdn.net/datamining2005/article/details/80852181>,2018.
- 47.李兵,杜茂信,何林生.人工体神经-内脏神经反射弧传出神经元递质研究.《中华实验外科杂志》,2004.
- 48.王玫,朱云龙,何小贤.群体智能研究综述.《计算机工程》,2005年.
- 49.路易斯·罗森伯格.路易斯·罗森伯格与群体智能.《网易智能》,2018.
- 50.李德毅,于剑.《人工智能导论》.中国科学技术出版社,2018.
- 51.谷歌大脑是如何炼成的:万字无删减版全解密(二),
http://www.360doc.com/content/20/0901/15/71360118_933423319.shtml
- 52.讯飞超脑——科大讯飞人工智能计划揭秘,
http://blog.sina.com.cn/s/blog_59387c780102uz8u.html
- 53.百度世界 2020 召开,百度大脑 6.0 超强亮点集中曝光,
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1678072542915331339&wfr=spider&for=pc>
- 54.阿里云正式推出 ET 大脑,全面布局产业 AI,https://www.sohu.com/a/211863545_223764
- 55.世界智能大会召开 周鸿祎把网络安全交给了这个“大脑”,
<http://bbs.360.cn/thread-15436010-1-1.html>

- 56.云+未来峰会, 马化腾首提物联网, <https://www.iyiou.com/news/2018052373054>
57. AI 上有信仰的云, 华为云推出 EI 智能体, https://www.sohu.com/a/238023348_615309
- 58.腾讯云发布全新智慧城市品牌 “WeCity 未来城市”,
<https://xw.qq.com/cmsid/20190716A0TFK900>
59. 中关村科学城城市大脑股份有限公司揭牌,
http://www.cnr.cn/rdzx/cxxhl/zxxx/20200803/t20200803_525191518.shtml?ivk_sa=1023197a
- 60.云端智能 连接未来, <https://www.cloudminds.com/about/index/id/34>
- 61.明略数据推出 “明智系统 2.0” : 用知识图谱打通感知与认知,
<https://www.iyiou.com/news/2018090780850>
- 62.杭州城市大脑的实践与思考,
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1644078083737090916&wfr=spider&for=pc>
- 63.【领航新征程】上海加强城市管理精细化 “三年行动计划” 出炉! 图解 “绣花功夫” 怎么下, <https://web.shobserver.com/news/detail?id=78606>
- 64.北京海淀: “城市大脑” 带来了啥? ,
<http://it.people.com.cn/n1/2019/0310/c1009-30967846.html?from=groupmessage&isappinstalled=0>
- 65.谷歌旗下 Sidewalk Labs 将与多伦多共建智慧城市,
<http://www.cbfa.com/cbf-201557768.html>
66. “超脑” , 让城市更聪明——一个智慧城市试点市的数字治理见闻,
https://www.sohu.com/a/394646510_267106
- 67.福州城市大脑要来了,中国首个自主开放城市大脑启动建设,
http://mag.fznews.com.cn/fzwbhwb/2019/20190923/20190923_001/20190923_001_1.htm
- 68.腾讯公布 2016 年第二季度及中期业绩, <https://www.qq.com/pdf/2016s02.htm>
- 69.Facebook(美国社交网络服务公司) - 搜狗百科, <https://baike.sogou.com/v214498.htm>

70. 海康威视(企业) - 搜狗百科, <https://baike.sogou.com/v3417245.htm?ch=ww.xqy.xgbk>
- 71.北京市商汤科技开发有限公司(人工智能平台公司) - 搜狗百科,
<https://baike.sogou.com/v142872499.htm>
- 72.[23] 声智科技完成 2 亿元 B 轮融资 毅达资本领投,
<http://finance.eastmoney.com/a/201812291016804278.html>
73. MEAS - 百度百科 ,<https://baike.baidu.com/item/MEAS/568129?fr=aladdin>
- 74.盾安传感科技有限公司, <http://dunanc.ztouch-make-hn-16227.shushang-z.cn/about.html>
- 75.标杆学习深圳, 走进大疆企业考察, 探寻大疆创新管理之道 ,
https://m.sohu.com/a/390804166_120122183/
76. AT&T, <http://www.wm23.com/wiki/27952.htm>
- 77.华为云发布政企战略 华为云 Stack 系列新品正式上市,
<http://www.inpai.com.cn/news/hlw/20200515/47086.html>
- 78.全面了解阿里云能为你做什么,
https://blog.csdn.net/weixin_40050195/article/details/84024400
- 79.阿里云全球交付中心正式成立, <https://developer.aliyun.com/article/645331>
80. 亚马逊科普, https://www.sohu.com/a/344028528_120323380
81. 亚马逊第一季度营收 754.52 亿美元 净利同比降 29%,
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1665432883566966905&wfr=spider&for=pc>
- 82.谷歌地球 GoogleEarth 软件介绍,
https://blog.csdn.net/weixin_34310785/article/details/93951114
83. 海云数据以大数据+人工智能这一种方式走在了行业的前列,
https://tech.hqew.com/fangan_2016247
84. CyberArk: 独树一帜的特权访问管理 , https://www.sohu.com/a/298444127_120076174
- 85.半导体公司简介,

<https://wenku.baidu.com/view/ac08bf5d5dbfc77da26925c52cc58bd6308693d0.html>

86. Android 操作系统的发展史, https://blog.csdn.net/weixin_30886233/article/details/99268137

87. 中科曙光 在专注和专业的道路上快速成长, <https://g.pconline.com.cn/x/561/5617837.html>

88. 千寻位置以及网络 RTK,

<http://mini.eastday.com/a/190720115555371.html?qid=02263&vqid=qid02650>

感谢阅读 敬请指正

个人或机构加入研究组

<http://citybrain.mikecrm.com/9iow5mF>



网址: wwns-r.org Email: liufeng@wwns-r.org