

人工智能与超算技术引领下的人机协同、 跨媒体感知与生活服务赋能

廖湘科

摘 要：人工智能时代切实地从理论概念的层面进入了实际应用的阶段，混合智能在探索生物智能与人工智能的深度协作上扮演了关键角色。人机协同与脑机融合的研究，紧紧围绕感知增强、认知增强及闭环交互三个角度开展，视听觉增强的大鼠机器人、学习增强的大鼠机器人、癫痫预测-抑制大鼠闭环系统以及混合智能软硬件支撑平台分别得以开发。随着信息技术、神经科学、材料科学的迅猛发展，计算嵌入生物体并融合协同，成为计算技术的发展趋势。跨媒体感知研究聚焦于跨媒体感知计算理论系统化和基于视、听、语感知通道将外部世界转换为内部模型并实现智能化感知和认知，实际应用涉及研发智能芯片和硬件、智能城市治理、跨媒体智能引擎和企业智能制造等领域。同时，我国超级计算机技术的发展为生活带来便利，显著提高生活水平，是衡量国家科技水平和创新能力的重要标志。超算的应用领域早已扩展至互联网、物联网、人工智能等领域，渗透到了公众日常生活的各个层面。

关键词：人工智能；超级计算机；“天河三号”；跨媒体感知；生活服务赋能

作者简介：廖湘科，男，中国工程院院士，少将。（国防科学技术大学 计算机学院，湖南 长沙，410073）

中图分类号：TP18

文献标识码：A

文章编号：1008-6552 (2019) 04-0002-06

2017 年 7 月，国务院发布了《新一代人工智能发展规划》，勾勒出我国未来 15 年的人工智能发展路线图，预示着中国的人工智能时代就此开启。在此背景下，企业需要抓住这一技术红利规划未来发展，同时，人工智能“井喷式”发展，也带来一个直接的效应——人工智能领域的人才需求迅速膨胀。数据显示，我国每年人工智能人才缺口超过 100 万人，尖端人才还不足美国的 6%，在人工智能人才培养的数量和质量上还远不能满足我国人工智能发展战略的需求。

在国家新一代人工智能发展规划感召下，2018 年 4 月，教育部发布《高等学校人工智能创新行动计划》，提出到 2030 年，我国高校要成为建设世界主要人工智能创新中心的核心力量和人才高地。

发展人工智能是我国当下各领域理论研究和实际应用的紧迫课题，也是面向未来的国家战略方向。为服务国家战略需求，进一步开展人工智能前沿研究，推动我国人工智能产业的发展，国内顶尖高校与科研院所都力争在人工智能理论、方法、工具、系统等方面取得颠覆性的突破。同时，这些高校与科研院所也主动适应人工智能创新链和产业链深度融合的特点，充分发挥人工智能在数字经济、实体经济等领域的重要作用，积极推动人工智能创新成果在教育、文化、医疗、交通、制造、农林、金融、安全等方面的转化。

与此同时，超级计算机技术的发展也是我国科技发展过程的重要环节。在大数据、人工智能的全新发展背景之下，大数据处理在高性能计算的设计下，给超级计算机的存储能力带来了伟大的挑战与机遇。随着我国正式步入大数据、人工智能时代，电子计算机的性能与设计正在进一步优化。超级计算机的发展不仅为人民生活带来巨大的便利，也显著地提高了生活水平，更是体现国家政治经济地位与影响力的重要指标，也是衡量国家科技水平与创新能力的重要标志。我国的超级计算机经历了“天河一号”“天河二号”“天河三号”的发展历程，正在向着更伟大的历史进程迈进。

习总书记在 2018 年 5 月 28 日的两院院士大会上指出：“我们着力推进面向国家重大需求的战略高技术研究，超级计算机连续 10 次蝉联世界之冠，采用国产芯片的‘神威·太湖之光’获得高性能计算应用最高奖‘戈登·贝尔’奖。”

在国家政策的大力支持下，近十几年来，我国的超算产业实现了腾飞，达到了国际领先水平。从 2002 年起，中国的超算团队经过十余年的持续研发，研制出国内安全等级最高的麒麟操作系统，打破了国外 B 级以上的安全操作系统技术的严格封锁，成为了我国唯一选型的军用通用操作系统。

在紧贴国家重大战略和强大军事科技创新的迫切需求下，高性能计算和自主可控信息系统核心关键技术领域在不断地实现新的突破。2009 年 10 月，中国首创采用“CPU+GPU 异构融合体系”的“天河一号”研制成功，以亚洲第一、世界第五的运算速度创下我国计算机的最好世界排名；2010 年 11 月，“天河一号”升级系统第一次让中国有了全球最快的计算机，并引领“CPU+GPU 异构融合体系”成为国际主流；2013 年 6 月起，“天河二号”连续 6 次蝉联世界超级计算机冠军，其应用也从“天河一号”的科学计算拓展至大数据处理、信息服务等多个领域；2017 年以来，在国内超算领域率先完成国产核心芯片自主化替代，积极推动“E 级计算机关键技术验证系统”项目和国家军队信息系统关键领域的核心技术突破。

2019 年 6 月，新一期（第 53 届）全球高性能计算机 TOP500 榜单在德国法兰克福举办的国际超算大会（ISC19）上发布。美国新升级的“顶点”和“山脊”打败了昔日的最快超算、来自中国的“神威·太湖之光”和“天河二号”，但中国大陆仍以 219 台超级计算机上榜的总数蝉联份额第一。

与此同时，从驱动计算最关键的部件核心处理器来看，全球最快的 500 台超算中，有 488 台设备采用的是美国公司生产的芯片，其中芯片霸主英特尔的处理器出现在 478 台设备中，另有 7 台超算系统选用了 IBM Power 系列处理器、3 台系统选择了 AMD 处理器；另外，全球超算 TOP500 名单上共有 133 个系统采用了加速器或协处理器技术，其中的 122 台使用的是美国“英伟达”不同型号的 GPU 处理器。这反映了中国超算的一个问题：和国外相比，我们的超算在应用类型、领域宽度等方面还存在一定差距，中国超算的任务还很艰巨。

一、人机协同与脑机融合

2016 年 9 月，美国斯坦福大学发布了《2030 年的人工智能与生活》报告，全面评估了当前人工智能的进展、挑战、机遇与展望。人类智能（脑）和机器智能（人工智能）处理智能问题的起点不同，人类大脑功能天生固有，类脑功能需要算法和学习能力支撑。在脑神经科学领域，科学家距离完全厘清脑智能还比较遥远，因而目前 AI 的高级认知功能还远弱于人脑神经功能，随着两类脑功能的相互影响、相互促进，有望实现两者汇聚，启发人们从多个角度探索更强的智能。

近年来，以脑机接口为代表的神经技术突破使得人脑与计算机之间的结合益发紧密，脑机融合及其一体化已成为未来计算技术发展的一个重要趋势。研究生物脑（生物智能）与机器脑（人工智能）深度融合并协同工作的新型智能系统，是当前人工智能与脑认知科学交叉领域面临的重要课题，在神经康复、生物机器人等关系到国计民生和国家安全的领域具有重大应用需求。

已开展六十余年的人工智能研究表明，机器在检索、计算、存储等方面具有人类无法比拟的优势，然而在感知、推理、归纳和学习等方面，还无法企及人类智能。鉴于机器智能与人类智能的互补性，我国学者与科学家多年前提出了混合智能（Cyborg Intelligence, CI）的研究新思路，也就是将智能研究扩展到生物智能和机器智能的互联互通，融合各自所长，创造出性能更强的智能形态。混合智能是以生物智能和机器智能的深度融合为目标，通过相互连接通道，建立兼具生物（人类）智能体的环境感知、记忆、推理、学习能力和机器智能体的信息整合、搜索、计算能力的新型智能系统。

混合智能系统能够构建一个双向闭环的,既包含生物体,又有人工智能电子组件的有机系统,比传统的仿生学(bionic)或生物机器人(biorobot)要更进一步。其中,生物体组织可以接受人工智能体的信息,人工智能体可以读取生物体组织的信息,两者信息无缝交互,生物体组织对人工智能体的变动也能够实时反馈,反之亦然。混合智能系统不再仅是生物与机械的融合体,而是同时融合生物、机械、电子、信息等多领域因素的有机整体,实现系统的行为、感知、认知等能力的增强。

从混合智能计算体系角度,国内高校目前围绕感知增强、认知增强及闭环交互三个角度展开研究与探索,分别研制了视听觉增强的大鼠机器人、学习增强大鼠机器人,以及癫痫预测-抑制大鼠闭环系统,同时还研制了混合智能的软硬件支撑平台 Cyborgware。

基于“生物与机器的智能之间存在层次对应关系”的假设,混合智能的一个层次化概念框架,将生物体智能处理体系分为意图层、决策层、感知与行为层三个层次,将机器智能体系也分为目标层、任务规划层、感知与执行层三层。生物与机器之间,同层内功能可以相互混合调用,上下层之间功能也可以相互混合调用,形成混合感知、混合计算、混合执行等多层次多尺度的智能融合。^[1]基于所提的混合智能三层体系结构,在大鼠平台上,构建了视听觉增强、学习增强、癫痫预测-抑制闭环混合智能系统。

二、跨媒体感知

对人工智能实体物理世界和虚拟理念世界的有效表达,是人工智能理论思考和实践推广的基础。经典人工智能通过谓词、命题和规则等方法,在充分定义前提下进行推理,逻辑相当清晰,但未能有效解决符号系统和实体世界的对应问题。知识工程试图建立完备的常识库与常识推理引擎,但缺乏“源头活水”。如今,外部环境已发生重大变化,信息传播已从文本、图像、视频、音频等单一媒体形态,过渡到相互融合的跨媒体形态,如何将文本推理扩展到跨媒体分析推理,成为重要的研究问题。^[2]互联网、物联网和大数据的快速发展,正在将我们所在的物理世界通过海量传感器和多模态数据进行全天候描述,这为建立物理实体世界的统一语义表达创造了外部条件。

(一) 跨媒体感知和跨媒体智能技术的研究目的

跨媒体智能就是要借鉴生物感知背后的信号、信息表达以及处理机理,对外部世界蕴含的复杂结构进行高效表达和理解,提出跨媒体数据泛化推理的模型、方法和技术,构造模拟和超越生物感知的智能芯片和系统。

跨媒体感知是新一代人工智能研究的重要组成部分,通过视听感知、机器学习和语言计算等理论和方法,构建出实体世界的统一语义表达,通过跨越各种传统媒体和新媒体的分析和推理过程,把海量数据转换为智能应用,从而成为各类信息系统实现智能化的“使能器”。

跨媒体智能关键技术研究主要围绕跨媒体分析推理展开,通过视、听、语言等感知来分析、挖掘跨媒体知识,以补充和拓展传统基于文本的知识体系,建立跨媒体知识图谱,构建跨媒体知识表征、分析、挖掘、推理、演化和利用的分析推理系统,形成跨媒体综合推理技术,为跨媒体公共技术和服务平台的建设提供技术支撑,并在网络空间内容安全与态势分析、跨模态医疗数据综合推理等领域进行示范应用。

(二) 跨媒体智能理论研究的主要内容

跨媒体智能理论研究主要围绕跨媒体感知计算理论展开,从视、听、语言等感知通道把外部世界转换为内部模型的过程出发,实现智能化感知和认知。

跨媒体智能理论与新闻传播领域交叉的部分主要包括:研究能够适应真实世界复杂场景的主动视觉系统,发展复杂环境感知、建模和交互等技术,使基础传播学“环境拟态功能”得以彰显;研

究面向媒体智能感知的自主学习，发展仿人脑记忆的媒体协同分析方法，使虚假新闻“无所遁形”，这是新闻传播领域当下与未来非常重要的实践应用。

（三）跨媒体智能的实际应用

这是人工智能视域下服务于媒介融合的重要手段，也是人工智能芯片多方面全链条嵌入的具体表现。

其一，跨媒体智能的应用需要智能芯片和硬件的支持。机器感知一直是传统人工智能的薄弱环节，需要模拟生物视、听、嗅、味、触等感知通道的信号处理和信息加工模型，研制新型感知芯片并进行系统实验和验证。例如，仿视网膜神经网络结构和机理的高灵敏、高动态、高保真视觉芯片能够模拟生物视觉事件驱动、稀疏表示和异步传输等机理，达到“结构模仿生物视觉，速度超越生物视觉”的效果。又如，研究模拟生物皮肤的高灵敏度触觉感知器件和芯片，构建主动接触和精细反馈的触觉传感器和电子皮肤。

其二，跨媒体智能的一个典型综合应用领域是智能城市治理。研究城市全维度智能感知推理引擎，解决城市发展过程中存在的感知碎片化、信息孤岛化等问题，建立以“大跨度、大视角、大信息和大服务”为特征的城市全维度智能感知推理引擎，实现对人、车、物、事件等的多维度、跨时空协同感知和综合推理。

其三，基于高质量芯片和硬件的跨媒体智能引擎，可以像生物大脑和感知系统那样以极低功耗来高效地表达外部世界的复杂结构。例如，跨媒体智能引擎模拟多种生物（如猴等灵长类动物、猫、响尾蛇等）的独特视觉机理，建立从复杂视频图像数据中快速搜索兴趣目标的理论、模型和算法，实现具备自适应、自学习能力的智能感知系统。今后，跨媒体智能引擎在智能医疗、国民经济、日常生活、国家安全等重要领域将得到广泛应用。

其四，跨媒体智能技术还能推进企业智能制造转型，为经济增长注入新活力，提升中国经济的发展质量。智能机器人的广泛运用正让中国制造业核心竞争力发生着前所未有的变化，我国智能产业正沿着“共融机器人”的路径演进。该类机器人能适应不同环境，洞悉非结构动态环境，并具有结构的柔顺性，且能够更好地理解人的行为意图，在一定的规则下实现人机、机器人群体间的自然交互与协同作业。

三、生活服务赋能

5G 网络时代的人工智能技术能量巨大，影响力广泛而深远。通过人机协同与脑机融合，构造出一个又一个史无前例的现代杰作；人工智能背景及超算下的跨媒体感知，带动了全球化媒介融合立体化全域化向纵深迈进；在人工智能技术引领下，全社会的生活服务完全颠覆了传统理念，在校企合作、区块链服务、智能移动社会等大展风采。

（一）智能生活，衔接机器人和 ET 大脑

人工智能对社会的改变，往往从生活的点滴开始。工信部将智能家庭服务机器人作为人工智能应用的突破口，重点支持智能交互、智能操作、多机协作等关键技术研发，有效提升清洁、老年陪护、康复、助残、儿童教育等领域的机器人智能化水平。一系列智能家庭服务机器人的相继问世，有效提升了民众生活的便捷度与舒适度。能提供家庭生活支援的双臂智能服务机器人可以在家庭非结构环境下完成各种日常生活任务：与人们进行语音交互；拿矿泉水瓶，开瓶，倒水，把水杯递给用户等。该机器人可以“倾听”“聊天”“观察”“分析”，可在家庭相对非结构环境下，构建实时地图，自由移动、自主导航，可以抓取一些物体，具备基本的智能水平。^[3]不过，机器人的多信息融合、机器人双臂的拟人化操作、视觉引导下的手眼协调以及机器人精确定位及导航等方面还需改进。

阿里巴巴集团围绕城市、工业、零售、金融、汽车、家庭等多个场景，推出了 ET 工业大脑（“产业 AI”方案）：通过传感器、智能算法和强大计算能力让机器能够感知、传递和自我诊断问题，优化机器的产出和减少废品成本。在首都机场，阿里巴巴的 ET 航空大脑，可帮助用户在 50 秒内刷新机场 1700 架次航班的停机位安排，使廊桥停机位利用率提高 10%，相当于每天 20000 名旅客不再有乘坐摆渡车的麻烦。“天猫”无人超市更是集综合图像识别技术、物品识别和追踪技术、消费者行为识别技术之大全，实现“即拿即走，无感支付”的智能化消费体验。可见，人工智能技术在智能家居、健康管理、移动智能终端和车载产品上的广泛运用，将实现生活服务质量的极大飞跃。

超级计算机可以让天气预报的时间更为提前，预报的内容更加精准，甚至可以让科学家们研究地球系统的大气圈、水圈、冰冻圈、岩石圈、生物圈之间的相互联系。很多与生活及科学息息相关的领域都需要拥有更快运算速度的超级计算机。例如，上海市政府计划借助超级计算机的力量，用来助阵上海空气质量的预测预报工作。虽然上海提前两年完成了第七轮环保三年行动计划的环境空气质量改善目标，但上海市的大气污染治理的形势仍不容盲目乐观。在更高要求的新目标倒逼下，上海将直面越来越多更复杂的问题，需要借助更新、更有效的治理手段。上海生态环境部门正与上海超算中心合作，升级空气质量集合数值预报系统。

受制于气象条件复杂多变等因素影响，上海空气质量预报准确率仍有待于进一步提升。数据显示，上海在 2018 年 24 小时空气质量预报准确率仅为 85%，污染时段预报的准确率为 60%；48 小时和 72 小时的污染预报准确率分别是 45% 和 38%。若要稳步提升上海的空气质量预报准确率，离不开上海超算中心配套提供的高性能计算及存储条件。2019 年 6 月底，新一代的超级计算机进入运行并提供服务后，可以基本保障上海市预测预报所需的 200 万亿次计算机能力和足额存储。上海现有集合数值预报系统将全面升级，上海空气质量的预报频次将从现有的 1 天 1 次升级为 1 天 2 次，同时还有能力实现提前 10 天至 15 天的空气污染预报预警。

此外，超级计算机还能有效解决能源短缺、环境污染、全球性气候变化等可持续发展问题的困难，支持飞机、高速列车、汽车等传统行业的转型升级，有助于提高产品性能、缩短研发周期和降低设计成本。在生命科学、新药研究发展、精准医疗领域等都都有着深远的影响。

业界普遍预计到 2020 至 2021 年，E 级超级计算机将登上历史舞台，因此 E 级超级计算机是当前世界各国竞相角逐的战略制高点。从 P 级计算到 E 级计算不简单地是一个性能指标上的提升，E 级计算在能耗、性能、可扩展性、可靠性、生态环境、应用编程、应用效率与适应性、多领域应用融合等诸多方面面临着前所未有的挑战。我国的“神威”“天河”和“曙光”已经研制成功了 3 台 E 级原型机，验证了部分 E 级超算的核心技术路线，达到了世界超算技术前列。

在中国科学院领导的大力支持下，曙光公司已经研制成功与现有主流技术标准和生态环境完全兼容的、性能全球领先的超级计算机，尤其采用了全新的相变液冷技术，基本达到现有硅基芯片制冷的极限散热能力。

在后 E 级超算时代，半导体工艺已逐步逼近其物理极限，传统的冯·诺依曼架构的瓶颈日益凸显。超导计算机、量子计算机、类脑计算机、生物计算机、光计算机等新型计算机系统已经开始研发。不过在短期内，基于硅基半导体工艺的传统超算技术仍然是主流，但长期来看，这些新技术具有很好的发展前景。

超级计算机的传统应用领域还是科学研究，如气象预测、石油勘探、CAE 仿真、新材料研究、新药发现、基因测序等。但时至今日，超算应用领域早已扩展至互联网、物联网、人工智能等领域，超级计算技术也渗透到了人们日常生活的方方面面。目前，超级计算机支撑着我们几乎所有的大型信息基础设施；未来，其也将成为城市的智慧大脑，汇聚海量数据，优化城市管理和服

质量，为我们创造更加美好的生活。^[4]

（二）区块链服务，融入智能金融和智能旅游

区块链技术是指通过块链式数据结构验证与存储数据、通过分布式节点共识算法生成和更新数据、通过密码学的方式保证数据传输和访问的安全、通过由自动化脚本代码组成的智能合约编程和操作数据的一种全新的分布式基础架构与计算方式。^[5]

智能区块链经济能为我们的生活带来许多便利，买卖双方可通过智能合约直接实现自动配对，并通过分布式的数字化登记系统，实现自动结算和清算。2015年12月，美国纳斯达克证券市场通过其区块链平台 Linq 为一家 Overstock. com 的在线零售商完成一项私募企业债券的发布工作。一般债券交易需要几天时间来清算交割，而在区块链上仅需十多分钟便可完成。

智能区块链技术还可应用于旅游服务行业。例如，一名乘客买了一张前往纽约的飞机票，其航班信息、保险信息、购票银行账户信息等都能被存储到区块链上，如果航班延误，他不必拨打任何航空客服电话，也无需输入任何银行密码，赔偿金就会自动从保险公司的账户划到该用户的银行账户里。这种智能区块链技术将深刻改变居民的生活与消费习惯，进而影响社会的方方面面。

（三）智能移动社会，为智能消费和智能搜索增光添彩

人工智能应用于生活，也以智能移动互联生活服务平台为代表，该平台是一个以智能移动媒体为载体，融合个人、商业信息的 B2C 服务系统。平台综合考虑用户的行为模式、方位信息、商品品质、物流方式与配送速度等要素，为用户提供多个优选方案，用户确定方案、完成支付，系统根据交易信息生成条码，并发送到用户和商家的手机软件上，商家在打印机上印出条码，在备货时将条码粘贴到货品上，商家发货或用户上店提货，收货时用户出示条码，商家使用装有条码识别软件的手机，对用户出示的条码进行识别，通过验证后交货，用户拍摄货品上的条码，识别验证所收到货品的真实性。通过手机用户的方位信息，为用户提供便利的衣、食、住、行等生活服务信息搜索、预约、交付服务，或为商户提供一个产品展示、预定、订购和产品评价的渠道。

四、小 结

人工智能和超级计算机都是国家科技与经济发 展的“新电力”，势必将全方位地改变几乎所有行业。与互联网最初在我国蔓延的势头相似，我国拥有互联网赖以生存的最丰富的应用场景、全球最广的用户群和最活跃的数据生产产业，我国有很大希望成为人工智能应用的最大市场、最强超算技术的摇篮。我国很有可能成为未来几十年全球人工智能繁荣的强劲引擎，我国的人工智能企业也有机会成为人工智能时代具有中国特色的“英特尔”“微软”“谷歌”和“苹果”公司，而我国的超级计算机技术将更有可能再次超越美国、领先全球。

参考文献：

- [1] 李智军, 石光明, 杨辰光等. 人机混合智能专题简介 [J]. 中国科学: 信息科学, 2019 (5).
- [2] 高文. 转向跨媒体智能 [EB/OL]. www. sohu. com/a/161716156_160309, 2017-08-02.
- [3] 刘景泰, 张森, 孙月. 面向智能家居/智慧生活的服务机器人技术与系统 [J]. 集成技术, 2016 (3).
- [4] 历军. 中国超算产业发展现状分析 [J]. 中国科学院院刊, 2019 (6).
- [5] 袁勇, 王飞跃. 区块链技术发展现状与展望 [J]. 自动化学报, 2016 (4).

[责任编辑: 高辛凡]