



为助力全省广大领导干部关注全球科技发展态势、了解科技前沿动态、树立科技战略思维、提升科学素养和科学决策水平、增强驾驭经济社会发展复杂矛盾和问题的能力,6月17日,由山西省科协、山西省直机关工委、山西省教育厅、山西省科技厅共同主办的以“机器人的现状与发展”为主题的“科技的力量”院士专家报告会第二场在山西省科技馆成功举办。报告会特邀中国科学院自动化研究所多模态人工智能系统全国重点实验室研究员王硕和北京理工大学二级教授杨健两位专家作深度解读。

专家名片



王硕: 中国科学院研究员、博导,中国科学院自动化所多模态人工智能系统全国重点实验室研究员,“十三五”“十四五”国家重点研发计划“智能机器人”重点专项专家

机器人是全面融入国民经济的智能技术。美国提出了机器人计划3.0,欧洲有《地平线计划》,日本有《机器人新战略》。这意味着,机器人已成为世界科技竞争的重要领域。

在航空、航天、交通、船舶、风电等高端制造业,电子、纺织、五金、食品加工等传统劳动密集型行业,煤矿、冶金、建筑、化学品等传统高危高负荷行业,工业机器人发挥着重要作用。在中国天眼等国家重大科学工程,核电站、大坝、大型桥梁等国家重大基础设施中,特种机器人为建造和运维工作提供了重要装备。在医疗、康复、养老、助残等方面,手术机器人、康复机器人为人民生命健康提供了重

要保障。

机器人的主要任务是提质、增效和完成危险、重复、枯燥的工作。提质指的是提高产品的质量、产品的一致性。增效指的是提高生产效益、降低成本消耗。机器人也可以完成人类不愿意干、不能干或干不好的危险、重复、枯燥的工作。工业机器人的应用将进一步推动制造业的转型升级,形成新质生产力。特种机器人的发展将满足国家重大工程和重大装备的需求。服务机器人的发展将惠及民生,推动银发经济发展,满足养老、医疗、康复等服务需求。

从第一个工业机器人专利至今,机器

技术和产业发展已走过70余年的历史。随着1961年第一台工业机器人Uminate安装在通用汽车工厂,工业机器人产业逐步发展壮大,KUKA六轴电机驱动机器人、通用机器人PUMA、SCARA机器人等典型产品迭代优化更新,在汽车、电子制造等行业的稳步发展,尤其是近十年,智能制造推动工业机器人产业快速增长。在工业机器人发展的同时,服务机器人和特种机器人也逐步发展。1968年,斯坦福大学开发了智能移动机器人Shakey,在积木环境下实现了环境感知和规划运动。1993年,本田公司研制了第一台类人步行机器人P1。2000年,Intuitive公司开发了达芬奇手术机器人系统。2008年,波士顿动力公司研制了Bigdog液压四足机器人,后续又推出了Atlas人形机器人系统。

机器人技术发展受到原理创新和场景拓展的双重驱动。在仿生学等学科发展基础上,机器人本体机构研究从非生命向生机融合方向发展。随着微纳传感器等技术的发展,机器人的感知能力从单一模态信息感知向多模态信息融合感知方向发展。随着脑科学、生命科学的研究深入,机器人的智能从程序逻辑向自主进化类脑智能方向发展。工作环境变化,使机器人从结构化固定式工作环境逐步进入非结构化工作环境运行。人机关系变化,使机器人与人从传统的物理空间隔离转变为机

共融、共享工作空间。作业方式的变化,使机器人从预编程简单操作转向类人灵巧作业的作业方式。

全球机器人市场持续蓬勃发展,中国的机器人市场也在持续快速增长。2022年,报告显示中国机器人市场规模是174亿美元,连续5年增长率达到22%,而且工业机器人市场规模达到87亿美元。2013年以来,中国一直是工业机器人全球第一大消费市场,中国工业机器人占了全球工业机器人一半的产销量。这显示机器人作为重要的制造装备在自动化改造、智能化升级过程中获得广泛应用。

在机器人领域,我国从“七五”计划开始就进行了前瞻性布局,夯实基础、培育产业,通过几十年的不懈努力,为中国机器人技术与产业快速发展奠定雄厚的基础。工业机器人产品及应用实现突破,当前国产工业机器人销量已占据国内市场近一半。以“蛟龙号”、盾构机为代表的重大装备进入实际应用。无人机、平衡车等产品在相关领域已形成了局部优势。同时,形成了一批专业研发队伍,培育了一批机器人核心零部件、整机和系统集成企业,形成了较为完整的产业链。

目前,工业机器人从2013年国民经济25个行业大类、52个行业中类扩展到当今71个行业大类、226个行业中类。它们出现在

不同的场景,从工业领域的装配、搬运、码垛、焊接、喷涂等到金属加工、半导体、芯片、服装、化工、能源都有大量的应用。在商业领域,服务机器人具备了清洁、接待、引导、消毒或者是配送、搬运、导览、娱乐等服务能力,在酒店、餐饮、商场、写字楼、银行、物流企业获得广泛应用。在医疗方面,近几年国内在医疗手术、康复机器人方面涌现了众多初创型企业,在手术、康复等领域开发了大量机器人产品,部分产品已获得CFDA认证。此外,机器人也在农业、应急救援、消防、勘探勘测等众多场景中获得大量应用。

这些趋势表明,机器人技术正处于快速发展时期,未来机器人将在更多领域发挥重要作用,极大地改变人类的生活和工作方式。

当前,中国机器人产业正处于机遇与挑战并存的关键节点:一方面,面临国际龙头企业激烈的市场竞争、技术引进与成本压力持续存在等难题;另一方面,政策环境持续优化、核心技术进步加快、产品形态加速变革、庞大内需市场形成有力支撑,这些因素为产业升级提供了重要机遇。在此背景下,中国机器人产业亟需向高质量发展转型。

展望未来,全球机器人产业将迎来战略格局重塑,中国凭借技术突破与市场规模优势,将成为新产业格局中的核心力量。未来,中国也将整体位居世界强国行列。

机器人技术与产业发展

■ 王硕

大模型与智能医疗机器人:态势与展望

■ 杨健

要了解机器人,首先应当了解一下什么才是大模型。大模型指的是利用海量数据训练而成的深度学习模型,它们具备强大的数据处理和生成能力。例如,OpenAI的GPT系列、深度求索的deepseek以及百度的文心一言都是典型的大模型代表。

大模型在多个领域有着广泛的应用。语言处理方面,大模型能够生成高质量的文本,广泛应用于智能客服、内容创作等场景;图像识别领域,大模型能够准确识别图像中的物体、场景,并具备生成逼真图像的能力;语音识别方面,大模型可以实现高精度的语音转文字和语音合成等功能。

人工智能是一个广泛的领域,它涵盖了多种技术和方法,其中机器学习是其重要组成部分。机器学习通过让计算机从数据中学习规律,进而实现智能决策和预测。而深度学习,作为机器学习的一个分支,通过构建深层神经网络来模拟人脑的工作方式,实现了在图像识别、语音识别、自然语言处理等领域的突破。

再看大语言模型,它主要是处理语言的,处理什么数据就叫什么模型,除了语言模型还有处理视觉、音频、生成数据等其他作用的模型。ChatGPT只是人工智能大语言模型里的一个类别,现在也是国际上最前沿的人工智能技术。我们看到OpenAI有千亿美元这样一个规模,它的计算能力可以讲是名列前茅的,这样的大模型跟ChatGPT相比,国内的发

展还是有一定的距离。

人类社会从机械化时代的工业1.0,到电气化的工业2.0,再到信息化的工业3.0,再到正在迈向的工业4.0智能化时代,工业机器人、服务机器人和特种机器人发挥着越来越重要的作用。智能机器人已经广泛应用于工业制造、国防安全、智能服务、医疗等各个行业,呈现出同步发展的趋势,并具有广阔的应用前景。以大模型为代表的人工智能技术,正在成为引领新一代产业变革的核心驱动力。

医疗大模型训练需要大量文本、影像、生化指标等多模态的数据样本,但医疗行业对患者隐私保护和数据安全的要求较高。如何化解这一矛盾是医疗大模型发展的重要课题。我认为,大模型在设计上更应考虑不同层级结构之间既要隔离又要打通的特殊需求。

未来科技赋能人类发展新技术,机器人辅助手术是临床医学发展的里程碑。借助微创手术和相关底层技术发展,手术机器人能从视觉、听觉和触觉上为医生进行手术操作提供辅助支持。被用于普腹外科、泌尿外科、心血管外科、胸心外科、骨科、神经外科等领域的实现对手术器械的精准控制。手术机器人具有操作高度复杂手术、减少术后并发症、三维高清成像、震颤滤除、缩短学习曲线、减少辐射及暴露等诸多优点,按照功能可以划分为操作手术机器人和定位手术机器人。

市场空间之广阔、技术迭代之必然、技术

路径之融合是手术机器人的未来发展趋势。手术机器人在国外发展迅猛,而国内正处于起步阶段,面临研发投入低、创新力弱、高端市场技术壁垒高、核心部件依赖进口、研发周期长、准入门槛高等发展难点。现阶段手术机器人仍存在诸多局限性,临床辅助达不到需求,需要进一步迭代。未来手术机器人会向安全化、精准化、小型化、多术式兼容发展,实现操控与导航融合、成像设备与导航融合、人机交互与机器人融合、人工智能与机器人融合、5G技术与机器人融合。

人工智能技术已经深度融入科研活动中,尤其是在医疗领域。未来,人工智能有望为医生提供治疗决策支持,甚至能够预测治疗效果。此外,人工智能在药物研发和医疗设备创新等方面也将发挥重要作用。

我本身是从事医疗行业的,我们团队自主研发的微创手术导航系统,经过从基础科研到成果转化的全链条攻关,最终获得了6项国家三类医疗器械注册证和4项二类医疗器械注册证。手术导航机器人的研发涉及光学、机械、电子、计算机等多个学科,需要高度协同的跨学科合作。在这一过程中,团队克服了诸多技术难题,最终成功研发出拥有自主知识产权的手术导航机器人系统。我们的系统能够实现亚毫米级的定位精度,这对手术的精准性和安全性至关重要。此外,系统具备实时导航、图像融合、安全预警等功能,显著提升了手术效率和

安全性。这些突破不仅依赖于高精度硬件的支撑,更得益于先进算法和软件的深度研发,凝聚了团队多年的科研心血。

增强现实技术作为当前备受关注的前沿领域,其核心在于将虚拟目标与真实目标精确叠加,融合渲染至医生的手术视野中。这项技术能够将皮下组织结构直观地呈现在医生眼前,为手术安全性提供有力保障。

现在,国外已相继批准了多款与增强现实手术导航相关的医疗器械注册证,而国内在这一领域虽已取得一定进展,但仍面临诸多挑战。要真正实现增强现实技术的临床应用,需克服诸多技术难点,比如,虚实融合深度辨识度、交叉辨别度、叠加区分度等方面的能力还需进一步提升。此外,虚实目标融合的真实感不足、融合精度低也是目前临床应用的重大难点问题。目前,国内所谓的增强现实或混合现实系统多用于教学、培训和学术交流,而在实际临床场景中的广泛应用尚属空白。

增强现实技术将显著拓展医生的视野,极大提升手术的精准性和安全性。目前,我们团队已在虚实融合精度、真实感提升等方面取得了诸多研究成果。随着技术的不断成熟与应用的深入,增强现实技术将在医疗领域发挥变革性作用,为现代医学精准诊疗带来全新可能。

本版内容由科学导报记者杨洋根据录音整理



杨健: 北京理工大学二级教授、博导,国家杰出青年科学基金获得者,国家新一代人工智能重大项目首席科学家

专家名片