

科技视点·一线探创新

灵宝机器人团队在具身智能新赛道上不断突破

让机器人“心灵手巧”

本报记者 谷业凯

习近平总书记强调，“推进中国式现代化，科学技术要打头阵，科技创新是必由之路”“在激烈的国际竞争中，我们要开辟发展新领域新赛道、塑造发展新动能新优势，从根本上说，还是要依靠科技创新”。

机器人拿起咖啡杯、穿针引线，甚至弹奏钢琴，都属于具身操作，背后有一套软硬件系统支撑。作为具身智能的关键技术之一，具身大脑的目标是让机器人“心灵手巧”，从而与外界实现互动。

如今，这项赋予机器人“灵动”的技术，正进入关键突破与激烈竞争阶段。北京海淀东升科技园里，北京中科慧灵机器人技术有限公司（以下简称“灵宝机器人”）的“极客”们正在这一新赛道上奋力奔跑、不断突破。

让机器人通过“模仿学习”掌握技能

灵宝机器人的研发现场既像不太“规范”的实验室，也像不那么“标准化”的生产车间。顶棚上的轨道纵横交错，各种操作台遍布其中。记者行走其间，经常要侧身、抬脚，设备多到容纳不下一条固定的步行“动线”。

灵宝机器人成立于2023年，由中国科学院自动化研究所研究员张正涛创办，专注研发面向场景落地的通用机器人和具身智能产品。具身操作是灵宝机器人的技术专长之一，他们研发的具身智能机器人可以用0.3毫米的螺丝刀完成笔记本电脑主板装配，精度甚至能达到头发丝的1/5。

像人类的双手一样，具身操作需要兼具感知和操作能力。视觉语言动作模型（VLA）是实现这两项能力的重要途径——通过融合视觉感知、语言理解与动作控制来打造“端到端”决策系统，并开展“泛化学习”，就像一个动作版的大语言模型。

在研发现场，记者看到，灵宝机器人具身算法工程师王思成正在使用视觉语言动作模型和一台末端执行器为二指夹爪的机器人，来模拟训练抓取动作。

抓取是人手最基本的动作之一。操作台上放着一个盘子，里面盛放着网球、香蕉和猕猴桃。“抓取网球。”王思成先在电脑里敲上几行代码，再起身来到机器人前念出一段语音指令。

看似有些笨拙的训练过程，却有极高的技术目标。“传统的机器人抓取，要先检测目标，再算出空间坐标，最后完成动作，操作流程是相对固定的。”王思成解释，“而我们知道，人类在抓取物体时可不是这样操作的，我们既不会‘检测’，也不会计算空间坐标，而是利用直觉和反馈产生动作，我们

正是要让机器人具备这样的能力。”

不需要设置固定的算法流程，只需输入视觉图像，让机器人学习视觉图像中哪些要素跟操作相关。简单演示几遍，它就可以模仿、学习人类的抓取动作。“我们让机器人通过‘模仿学习’掌握技能。”王思成说。

目前，算法还没那么先进，还需要收集大量数据才能让机器人熟练地抓取。“肯定比人要笨一些，难点就在于怎样用尽可能少的数据，让它学会更多技能。”王思成说，“拿抓取来说，使用一般的开源模型要采集三四十条数据才能学会，我们不断改进算法，现在5到10条数据就能学会了。”

同样是抓取，对人类来说，抓不同物体，动作、力度也会有细微差别。在王思成他们的努力下，这种细微差别也能在机器人的二指夹爪上实现。“这是自适应力控夹爪，遇到软的物体，它的力度也会做相应调整。也就是说抓网球和猕猴桃，它的力度也是略有不同的。”王思成说。

这项开发工作已进行了近1年。“我们已有相关论文成果发表。”更让王思成有成就感的是，系统还在“跑分”平台上名列前茅，部分性能指标已经达到业内领先水平。

实现动态场景下的抓、拿、放

一只鞋被重复放置在传送带上，机器人将它抓起，然后放置在专门压鞋的机器上。灵宝机器人模仿学习算法工程师孙建浦用一个3D鼠标，操作机器人进行抓取训练，“这是制鞋场景下的一个标准动作，现在它已经能抓取了，但是抓得没有那么紧、那么好。”

自动化设备在国内制造业已不鲜见，但在制鞋领域还不多。灵宝机器人商业化中心负责人张森解释：“我们做过调研，一条制鞋自动化生产线需要上千万投资，只适合生产一些销量较大的‘爆款鞋’。由于柔性化程度不够，生产线在不同鞋款间‘切换’的成本很高，这成为提升自动化率的一大障碍。”

孙建浦训练的机器人，再适应的正是柔性化的制鞋流程。他告诉记者：“鞋分左右脚，鞋码在35码到45码之间，要在动态场景下完成抓、拿、放，这些都是通过真机在线强化学习实现的。”

按照过去的思路，这套动作需要现场采集数据、再设计一套指令。现在用视觉数据和真机在线强化学习，普通工人用3D鼠标就可以“手

把手”教机器人操作，“有点像‘抓娃娃’，系统慢慢学会后，稍微纠个错就行，能够在不同款式间快速‘切换’，也极大降低了训练使用的门槛。”孙建浦解释。

现在，训练这样的机器人来抓取一款鞋，只需1小时左右。“如果没抓到或者抓偏了，机器人还能自动调整。这是强化学习相比于模仿学习的一大优点。”孙建浦说，模仿学习往往是基于“成功经验”，强化学习除了依赖“投喂”的成功经验，还能自己探索并覆盖各种情况。

3个月来，孙建浦所在的团队常在实验室和工厂两头跑。“很多问题都要在生产一线解决，比如有的传送带比较光滑，反光就会影响视觉判断。”孙建浦举例，其他如传送带速度、相机视野里鞋的密集度等，都需要在算法层面一点点改进。

更加柔性化以兼容更多应用场景

研发现场，占据“C位”的是一台人形机器人，身上还挂着不少线缆，作为实验机型，很多“极限测



试”都在它身上开展。同时，它也是今年北京人形机器人半程马拉松赛上少数没有摔倒的参赛选手之一。

在前期研发的基础上，灵宝机器人团队很多成果已经用在了人形机器人上。去年11月，公司发布的首款全尺寸双人形机器人灵宝CASBOT 01，就搭载了结合具身智能、柔顺力控和精密操作等技术的五指仿生灵巧手，能执行双指旋拧、指间夹取等操作任务。

张森介绍，作为执行操作任务的关键部件，五指仿生灵巧手单手重量800克、额定负载达5公斤，集成了触觉、力觉和视觉的多源感知系统。通过优化控制算法和动作规划，该灵巧手能够模拟人手的灵活性，可有效解决精细化作业场景中的“灵巧”与“作业”两大难题。

“操作是具身智能的核心能力，对于产业发展具有重要意义。”在灵宝机器人具身操作中心负责人周明看来，目前具身智能已经实现了“形似”，但如何使其像人类那样去感知和操作，仍是一个逐步发展的过程。特别是随着个性化需求增多，让具身智能更加柔性化，以兼容更多应用场景，是研发的一个重要目标。

“近年来，国内具身智能发展很快，特别是产业链不断完善。像

动物功能基因组学和分子设计育种研究提供了重要参考资源。

西北农林科技大学国家肉牛改良中心联合相关科技企业，利用生物信息学等技术，成功研发“中国黄牛1号”50K育种芯片并正式对外发布。该芯片具有检测成本低、选择准确性高等特点，实现中国黄牛快速、精准、高效选育，为地方黄牛品种保护、定向选育和高效利用提供了强有力技术支撑。

发布首个大豆全基因组蛋白组图谱，构建我国茶树登记品种基因型数据库……近段时间，令人眼前一亮的农业科研成果还有很多。期待前沿生物科技与农业擦出更多火花，实验室里的突破将为农业现代化注入更多动能。

一周科技观察

创新谈

国家主导的体系化布局是突破重大科学问题的关键因素，科研人员勇闯科研“无人区”的精神是取得科研成果的重要推动力

首次揭示月背约42亿年前和28亿年前存在火山活动；首次获得月背古磁场信息；首次获得月球背面月幔的水含量……前不久，中国科学院发布嫦娥六号月球样品系列最新研究成果，首次为我们揭开了月球背面的演化历史。

嫦娥六号自2024年6月携带月背样品返回后，仅用一年时间，科研人员就产出多项重磅成果（其中4项成果以封面文章形式发表在《自然》），这种高效的科研转化速度远超国际同类任务。

嫦娥六号样品研究何以跑出“加速度”？其中，“有组织的科研”模式发挥了重要作用。

“有组织的科研”模式是针对当前科技发展趋势和重大挑战，区别于传统“自由探索”型科研的一种新型组织范式。这种模式通过体系化布局、多机构协同、创新机制设计，突破了科研分散化、缺乏有效协同的瓶颈。特别是针对急需解决的重大科技问题和急需攻克的关键核心技术，“有组织的科研”模式能够打破学科壁垒、机构藩篱，集中优势力量进行体系化攻关，避免资源分散和水平重复，实现快速突破。

在给嫦娥六号任务最初设定科学目标时，科研人员就锁定月球背面南极—艾特肯盆地，聚焦破解月球“二分性”这一世界谜题。这种以关键科学问题为“靶心”的任务规划，避免了科研资源的分散消耗。此外，在嫦娥六号样品研究过程中，以中国科学院为主，联合南京大学、中国空间技术研究院等数十家单位协同攻关，多学科深度交叉融合，不同学科背景的科学家、工程师在一起，极大促进了思想碰撞和创新。比如，对同一批玄武岩岩屑联合开展定年、水含量、源区分析和磁场测量等，就是由地球化学、地质学、地球物理学等多学科团队协同完成的。

采用“有组织的科研”模式同时，勇闯科研“无人区”的精神，也是科研团队迅速取得重磅成果的重要原因。

在嫦娥六号之前，所有的月球采样任务都只在月球正面进行，月球背面可以说是名副其实的科研“无人区”。中国科学院院士、中国科学院地质与地球物理研究所研究员吴福元曾坦言，月球背面是人类从未涉足的区域，会带回什么完全是未知的，“这种对未知的敬畏和担心错失重要信息的‘焦虑感’，贯穿了研究的始终。”尽管每一步都充满了未知与挑战，但科研团队没有因此选择退缩和放弃，而是坚定地朝着科研目标奋力前行，最终取得“从0到1”的重大突破。

嫦娥六号科研实践表明，国家主导的体系化布局是突破重大科学问题的关键因素，科研人员勇闯科研“无人区”的精神是取得科研成果的重要推动力。随着新一轮科技革命的不断深入，科学问题日益复杂，单一学科、单一研究团队或个体的科研模式，已难以满足解决复杂科学问题和重大技术挑战的需求，越来越需要加强有组织的科研，瞄准科技前沿开展研究探索。相信嫦娥六号样品研究的成功探索和实践，能够为解决更多重大科技问题提供示范和借鉴。

新闻速递

科研攻关支撑阿洛酮糖成为新食品原料

本报电 近日，国家卫生健康委员会发布《关于D-阿洛酮糖等20种“三新食品”的公告》，D-阿洛酮糖被正式批准为新食品原料。阿洛酮糖是一种天然低热量甜味剂，存在于无花果、葡萄干、小麦、玉米等之中，其甜度是蔗糖的70%，而热量仅为蔗糖的1/10，由于其结构及特性极为稳定，被市场视为有潜力的蔗糖替代品。据介绍，D-阿洛酮糖一般通过微生物发酵法或酶转化法生产制成，其规模化生产特别是酶转化法路径，长期受制于技术瓶颈。

为破解难题，中粮生物科技联合中粮营养健康研究院历经多年自主攻关，成功开发出以玉米淀粉糖为原料的阿洛酮糖酶法生产技术，并申请了多项专利。科研团队成功开发出的“D-阿洛酮糖-3-差向异构酶”在2023年获批为国内首款同类食品工业用酶制剂，为阿洛酮糖安全合规进入新资源食品领域奠定了基础。（刘珈如）

研究建议完善外来入侵物种早期监测预警

本报电 近日，中国农业科学院植物保护研究所科研团队联合法国巴黎萨克雷大学、农业农村部农业生态与资源保护总站，聚焦我国主要农林入侵物种，采用国际先进的经济损失评估方法，基于我国40年（1980—2020）外来入侵物种的危害数据，首次系统评估了我国外来入侵物种的经济损失。研究内容发表在昆虫学领域顶级期刊《普通昆虫学》上。研究建议，相关管理部门应该加快完善外来入侵物种的早期智能监测预警系统，加强国际检疫合作，降低入侵物种的传入风险，推进防控策略从“灾后治理的被动防御”向“前瞻预警的主动预防”转变。（喻思南）

当农业邂逅前沿生物科技

喻思南

棉花不仅是纺织的重要原料，还能用于生产昂贵的虾青素。前不久，中国农业科学院棉花研究所、生物技术研究所联合西部农业研究中心，借助植物合成生物学等技术，打通了虾青素合成途径，创制出生产虾青素的工程棉花。

作为优质天然抗氧化剂，虾青素能够清除体内氧自由基、增强细胞再生能力，还具有维持机体平衡、减少衰老细胞体内堆积等作用，在食品、饲料、制药和化妆品等领域应用广泛。该成果将进一步挖掘棉花资源潜能，推动棉花从“单一产出”到“多功能高值化”转变。

不只是棉花，一些大家熟知的农产品，正在展现出越来越广泛的应用前景。

提高柑橘皮附加值，常见的方法是做成陈皮，现在它还有望成为糖尿病患者伤口的“救星”。高血糖环境会导致血管病变、神经损伤，免疫细胞也陷入“罢工”状态，一些糖尿

病患者划伤后，伤口愈合缓慢。针对这一难题，近日，中国农业科学院麻类研究所科研人员从柑橘酸橙橙皮壳中提取天然成分，研发出兼具杀菌、消炎、促愈合功能的天然水凝胶，让糖尿病患者伤口愈合速度提升了2.7倍。

深挖农产品价值，基因编辑等新技术是关键支撑。近些年，前沿生物技术的应用，为农业发展打开了新的空间。中国科学院武汉植物园科研人员日前发现：一种特殊蛋白质在桃子积累蔗糖过程中起到了关键作用。该研究不仅帮助我们理解果实变甜的原理，还为培育更甜、风味更好的新品种提供了理论依据。

科研人员不但发现桃子为何那么甜的原

因，还找到了桃子“变软”的基因。桃子在成熟后期，果实肉质会发生一个溶质过程，使果肉快速变软。而成熟后软化速度被“调慢”并能脆更久的“慢溶质桃”，具有挂树时间长、风味充分积累、煮熟后鲜嫩多汁且耐运输等特点。找到这一关键基因并系统阐明该基因的生物学功能，将有助于培育耐贮运优质桃新品种。

与畜牧业碰撞，前沿生物技术也带来诸多惊喜。近日，利用单细胞转录组测序技术，中国农业大学动物科学技术学院联合国内外研究机构，构建了首个水牛多组织单细胞转录组图谱。科学家同步构建的开放共享的单细胞转录组图谱在线数据库，为农业