

# AI+脑机接口, 机器人变聪明了?

□ 严伟栋 李磊

想象一下, 只需一个念头, 机器人就能帮你完成各种工作, 会是什么感觉? 近日, 新一期《自然·机器智能》刊登的一项突破性研究显示, 由人工智能充当“副驾驶”的脑机接口系统, 能够通过解读人脑意图, 辅助行动, 显著提升瘫痪患者完成任务的能力。

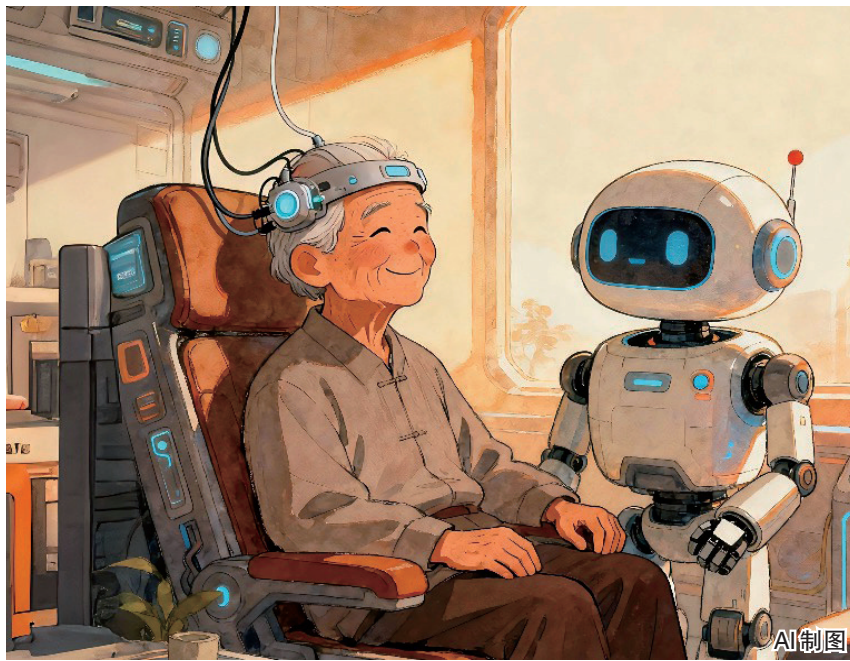
这意味着, 在AI的助力下, “精准度不够”的脑机接口技术正走向实用化; 而有了脑机接口技术的加持, “略显笨拙”的智能机器人也有望快速“飞入寻常百姓家”。

## 各补短板, 成就“黄金搭档”

脑机接口的核心能力, 是捕捉人脑电信号或血氧变化, 将人类“意念”转化为机器可识别的指令, 目前已在医疗领域落地见效。它能让渐冻症患者通过“想象”实现打字交流, 也能帮助瘫痪病人借助外骨骼重新站立行走。不过, 它的局限性也很明显, 没有物理“身体”, 无法与现实环境互动。

AI驱动的具身智能机器人, 则具备“感知、决策、执行”全链条能力。无论是工厂精密装配、家庭扫地陪护, 还是手术室精细操作, 它都能高效完成。而它的短板同样突出, 无法真正理解人类意图, 察觉不到情绪波动, 更读不懂深层需求, 互动时总显僵硬, 缺乏“人情味”。

虽各有短板, 但这两项前沿技术恰好能形成互补。脑机接口提供“意图输入”, 具身智能负责“物理输出”, 共同实现“所想即所得”的交互体验。这种融合不仅是技术层面的取长补短, 更是人类智能与机器智能的深度协同, 推动



AI从“执行工具”向“智能伙伴”跨越。

## 三步进阶, 人机共生逐步深化

当然, 脑机接口与具身智能的融合, 将会是一个循序渐进的深化过程, 最终目标是实现“人机共生”, 其演进可分为三个阶段。

初级阶段以“单向控制”为核心, 脑机接口扮演“指令发射器”角色, 具身机器人则是“动作执行者”。人类可通过意念直接操控机器, 此阶段的关键在于提升信号识别准确率与指令转换速度, 保障控制稳定无中断。

进入中级阶段, 融合系统开启“主

动感知”模式。机器人不再被动接收指令, 而是结合人类语音、表情及心率等生理数据, 主动判断情绪与需求, 人机间开始建立信任。

高级阶段旨在实现“深度协同”, 依托神经网络与认知图谱技术, 机器人通过长期学习可掌握人类认知习惯与情感模式, 甚至模仿人类思维与创造力。此时机器成为有“温度”的智能体, 真正迈向“人机共生”的终极目标。

## 落地见效, 从实验室走进现实

目前, 人机共生尚处于初级阶段, 但脑机接口与具身智能的融合不再局

限于实验室, 早已在各个领域展现其实用价值。

在现代化工厂中, “意念+机器人”模式渐成主流。工人无需动手, 借脑机接口远程操控机器人完成装配、检测、维修等复杂工作, 既降低工伤风险, 又提升作业精度; 机器人实时回传数据, 辅助工人精准判断, 构建“人机合一”协作模式。

医疗健康领域, 该技术为行动障碍患者带来希望。瘫痪或渐冻症患者凭意念可控制外骨骼行走, 或指挥护理机器人翻身、取物; 机器人还能监测患者心率、肌肉状态, 异常时及时预警, 实现“康复训练+健康监测+紧急干预”一站式服务。

家庭场景中, 机器人转型为“情感伙伴”。它可扫地、做饭, 还能感知情绪: 孩子考试失利时陪其游戏散心, 老人记性不佳时提醒吃药、带钥匙, 让科技成为传递温暖的“家庭成员”。

脑机接口与具身智能的深度融合, 目标从来不是用机器取代人类, 而是扩展人类的能力边界, 弥补我们在生理、认知和情感方面的局限。未来, 人类将更专注于创造、情感与决策, 而机器则成为我们身体的延伸、智慧的补充。只有坚持技术发展、伦理规范与实际应用并重, 这场融合才能真正推动社会走向更高阶的文明形态——一个人机共融、智能共生的美好未来。

(作者严伟栋系北京航空航天大学自动化科学与电气工程学院博士生, 李磊系合肥工业大学机械工程学院副教授)

# AI是如何统计“工作量”的

□ 科普时报记者 杨雪

当你让人工智能帮你写诗、答数学题、生成图片时, 它如何计算自己的“工作量”好向你收费呢? 答案是一个叫Token(词元)的单位。

我们可以把Token想象成AI世界的“乐高积木”。其实AI根本“看不懂人话”, 它会先把我们说的话拆成一个个基础单元——通常一个汉字就是一个Token, 英文里常见单词多为一个Token, 复杂单词可能拆成多个子词Token。这些Token会被转换成计算机能识别的数字, 就像给每块积木标上编码, AI再按算法重新组合这些“编码积木”, 最终输出我们要的结果。

按Token收费的逻辑也很简单, 就像请人办事按工作量付费。当你问朋友“现在几点?”时, 对方只需简单回应, 而让他从《红楼梦》里整理所有笑话, 因答案复杂, 耗费的精力也会大得多。所以, 用你们之间交流的字数来计算酬劳, 显然会更合理。

自2024年起, 人工智能市场开始涌现按照Tokens收费的商业模式, 并大获成功。国际数据公司(IDC)也从这一年开始追踪大模型的Token调用量。

不久前IDC发布的报告显示, 2025年上半年中国公有云上大模型调用量已达536.7万亿Tokens, 这相当于每个中国人都交给大模型40万字的工作量。其中, 火山引擎以49.2%的份额成为行业第一。

IDC这样的专业机构, 是怎么算清这些“数字积木”总量的呢? 他们会直接向大模型服务提供商核实Token处理量; 也会采访企业客户的AI服务支出, 再按市场定价反推Token使用量; 还会关注各种公开新闻, 综合以上所有数据来推测。

在最新报告中, IDC预测, 中国生成式AI软件未来将持续高速增长, 市场规模2028年将达到482.4亿元人民币, 这相当于每个中国人对此付出34元钱。

这份报告还透露出AI行业的成长密码: 当前高速增长主要因为厂商纷纷采用多模态大模型, 大大提高了准确性、效率和用户体验。比如2025年火山引擎相继推出豆包大模型1.6、豆包·视频生成模型Seedance pro、豆包·实时语音模型、豆包·图像创作模型Seedream 4.0等, 多项表现登顶国际权威评测, 有效加速了AI应用落地。

IDC预计, 中国大模型服务市场仍有百倍以上空间, 用户群体正在从互联网相关企业转向传统企业。在消费电子、汽车、金融、教育等行业, 大模型产品都在与企业紧密结合。

不过行业也面临挑战。有行业观察者认为, 国产大模型现在面临的挑战, 主要是对先进算力芯片的需求, 以及在全球技术标准制定中争取更大话语权。未来, 大家的竞争重点将从“拼参数”转向“拼生态、拼落地、拼性价比”。

## 《前沿科学》杂志严正声明

近期, 有不法分子非法冒用《前沿科学》杂志名义, 盗用本刊刊名、刊号, 通过虚假渠道接收投稿、代发论文, 并以此收取版面费、编审费等费用, 承诺提供所谓的投稿当期杂志、稿件录用通知书及龙源网、中国知网外文数据库查询信息。该行为严重损害本刊声誉, 侵害广大作者合法权益。

现严正声明如下:

一、《前沿科学》编辑部从未委托任何机构或个人设立官方网站, 亦未授权任何第三方开展征稿、组稿、快速审稿等服务。相关行为均属冒用本刊名义的违法行为。

二、《前沿科学》系高端科普期刊, 为确保刊载内容的权威性与科学性, 实行专家约稿制度, 由编辑部定向邀请权威专家撰稿, 不接收外来自主投稿。所有刊登文章均不收取任何费用, 凡以审稿费、版面费等名目收费者, 均属诈骗行为。

三、前述侵权行为已严重侵害我刊合法权益, 我刊保留依法追究侵权方法律责任的权利。正告相关组织及个人立即停止一切冒用本刊名义的非法活动。

四、为维护广大作者权益, 特此提醒各界人士提高警惕, 谨防受骗。一旦发现不法行为, 请及时向公安机关报案。如对稿件有任何疑问, 请联系编辑部邮箱: qyqx@stdaily.com。

《前沿科学》编辑部  
2025年10月31日