

靠意念操作机械臂 凭脑电波控制无人机 脑机接口助你“心想事成”

用意念操控机械臂写字,通过脑电波遥控指挥无人机……这些过去只出现在科幻电影里的场景,正在脑机接口技术的发展和应用中逐步走进现实。

脑机接口,顾名思义,是在人脑与外部设备之间建立直接的通信通道,它像是架设在大脑与机器之间的“桥梁”,不仅推动人机交互方式的演进,也为脑科学研究和神经系统疾病的治疗开辟了新路径。

“这项技术具备显著的创新性、交叉性与前沿性,是推动多学科融合发展的重要引擎。”脑机接口产业联盟秘书长李文字表示,近年来,我国脑机接口创新生态不断完善,技术持续深入迭代,产品服务供给日益丰富,正向着规模化方向大步迈进。

用意念开启智慧新生活

随着脑机接口技术的飞速发展,其在非医疗领域的应用场景也在不断扩展。

驾驶员头戴脑机接口设备,仅凭一个意念,车窗便流畅地自动打开。

“我们借助脑机交互技术,实现了对车内部分装置的精准控制,系统响应延迟低于0.2秒。”近日,在吉林省长春市的一处试验场内,来自吉林大学仿生科学与工程学院的科研人员正在对测试数据进行分析。记者了解到,通过佩戴特制的脑电波监测设备,驾驶员大脑产生的神经信号能被精准捕捉并转化为指令,实现开启车窗、播放音乐等操作。

在床上躺着不动,周围的电器随着大脑的意念变化而自动运作——在Xmuse脑电波仪的助力下,这一场景如今已成现实。以“放松关灯,眨眼变色”为例,用户戴上设备后,可以用意念调节房间灯光亮度,甚至关灯。

这款由福建企业盈趣科技生产的脑控智能家居产品从外观上看,酷似头戴式耳机。盈趣科技总裁助理陈建成说,设备依靠监测脑电波,记录大脑皮层的微小电信号,反映神经元活动状态,同时捕捉微动作,判断使用者当前所处的状态,让空间内的智能家居为使用者服务。

在脑机接口核心器件方面,我国也取得了一系列具有代表性的阶段性成果。

元思(青岛)科技有限公司内,一位体验者头戴轻盈头环,紧盯计算机屏幕十几秒,其身旁的无人机便应声起飞,依次穿过两道高低不同的拱门。

元思科技创始人兼首席科学家王文恺解释说,脑机接口的前端是连接大脑与机器的“第一道门”,其信号采集的质量直接决定了大脑指令能否被精准“翻译”,这是决定应用成败的关键。

“我们通过材料层创新确保采集数据的‘纯净度’,再借助低功耗通信系统实现高效传输,这正是解决方案的核心优势。”王文恺表示,这套拥有完全自主知识产权的技术体系,已形成涵盖高精度脑电采集系统、多模态神经电信号算法的完整布局,成功实现了从实验室研发到终端应用的高效技术转化。

“目前,我国脑机接口在软件、关键算法、典型应用等方面均取得了一定的创新性突破。”脑机交互与人机共融海河实验室执行主任明东说,脑机接口走向更广泛的应用,还需要不断探索创新,并通过实践来检验成效。



在湖北省荆州市中心医院,患者(左一)在治疗师指导下使用翔宇医疗研发的脑机接口—神经康复肌电生物反馈治疗系统。



青少年在体验元思科技脑控无人机系统。

发展“路线图”已明确

近年来,国家在政策层面给予了脑机接口产业大力支持。

今年7月,工信部等7部门联合印发《关于推动脑机接口产业创新发展的实施意见》(以下简称《意见》),确定了脑机接口产业发展“路线图”。意见提出,到2030年,脑机接口产业创新能力显著提升,形成安全可靠的产业体系,培育2至3家有全球影响力的领军企业和一批专精特新中小企业。

业内人士分析称,《意见》的出台将促进脑机接口产业生态完善,提升国际竞争实力,同时推动多领域应用落地,有益增进民生福祉。

标准对于产业发展十分重要。国家药监局日前批准发布《采用脑机接口技术的医疗器械 术语》行业标准,这是我国第一部脑机接口医疗器械标准。该标准明确了脑机接口医疗器械的基本概念,涵盖范式类型、信号形态等核心术语,为产品研发、生产检验以及监管,提供了统一权威的“通用语言”。

“除了‘术语’这份标准外,目前还有3项脑机接口医疗器械标准已通过快速程序立项和制定,包括‘闭环植入式神经刺激器’‘用于人工智能算法的脑电数据集’以及‘运动意图编解码性能’等。”中国食品药品检定研究院械标所副所长郑佳介绍。

为抢抓脑机接口发展机遇,今年以来,多地出台了专项政策对脑机接口领域予以支持。《上海市脑机接口未来产业培育行动方案(2025—2030年)》,以医疗级场景为核心,重点推进侵入式、半侵入式脑机接口技术产品落地应用;《北京脑机接口创新发展行动方案》计划到2030年,脑机接口生态初步形成,并将打造1到2个脑机接口产业发展集聚示范区。

“这些政策共同构成了从技术研发、产品上市到市场应用的完整支持闭环,让我们这样的创新企业能更清晰地规划未来。”王文恺告诉记者。

李文字认为,整体来看,中国脑机接口产业正处于技术探索期与商业化前期并存的阶段,科研机构和高校在算法、硬件和信号处理等底层技术上持续突破,同时已有部分医疗康复和消费电子产品开始落地。“可以说,脑机接口正处在从实验室走向产业化的关键窗口期,技术大规模应用正一步步接近‘临界点’。”

据《人民日报》

元思科技制造的非侵入式无线脑机接口头环。
本文配图均由受访者提供

康复训练有了“读心术”

脑机接口这项神奇的技术是如何运作的?

具体来说,当大脑在思维活动时,神经元会放电形成脑电波,脑机接口通过识别脑电波特征直接读取大脑意图,并转换成控制指令或输出信号,从而实现对外部设备的控制或与外部设备的交互。

在技术路径上,目前脑机接口分为侵入式(有创)和非侵入式(无创)两大方向——非侵入式脑机接口,是在头皮表面使用电极、传感器等设备,获取大脑活动信息;侵入式脑机接口,则是通过在大脑皮质植入电极,可实现更高精度、更复杂的神经控制功能。

当前,非侵入式脑机接口技术相对成熟,在卒中运动康复、脑健康检测等领域已取得积极进展,发展势头良好。

“再试一次,集中注意力想着‘向前走’……”近日,河南翔宇医疗设备股份有限公司举办了一场脑机接口新品体验活动,伴随工作人员的引导,体验者王先生头戴脑电采集设备,仅靠意念操控,身下的下肢外骨骼机器人便开始缓慢行走。

“以前在网上看到脑机接口相关信息,总觉得很遥远,今天亲身体验才发现,它好像拥有‘读心术’一般,能让‘心想’变为‘事成’!”今年58岁的王先生因中风导致下肢行动不便,体验过外骨骼机器人后难掩激动。

翔宇医疗脑科学实验室产品总监夏黎君告诉记者,脑机接口应用于康复已有多范式,通过实时采集稳态视觉诱发电位、事件相关电位等脑电信号,经过算法处理后驱动外部设备,形成“脑电采集—信号分析—运动反馈”的闭环系统。“每一次成功的训练都在促进神经功能重塑,这为脊髓损伤或中风的患者提供重新动起来、站起来的可能。”

夏黎君介绍,翔宇医疗的脑机接口技术已应用于认知言语训练、运动康复、神经调控等多种场景,自主研发的多通道无线脑电采集装置,信号准确率超92%。记者了解到,目前国内已有多家企业取得脑机接口运动康复设备的医疗器械注册证,用于卒中患者的康复训练,取得较好疗效。

与此同时,我国在侵入式脑机接口多条技术路线也取得长足进步,相继进入临床试验阶段。

在浙江大学医学院附属第二医院,一位77岁的高位截瘫患者通过脑中想象,驱使机械臂成功写下了“浙江大学”4个字,这项成就得益于5年前专家团队在患者脑中植入的两块微型芯片,它能精准解码神经信号,实现“脑控”写字,与常人的反应速度相差仅0.2秒;在首都医科大学宣武医院,四肢瘫痪14年的杨先生实施无线微创脑机植入手术后,不仅能用意念操控外骨骼手套完成抓握动作,甚至可以独立拿起水瓶喝水。

“在医疗健康领域,脑机接口技术目前虽存在不同技术路线,但未来它们有望殊途同归。”翔宇医疗董事长何永正说,“无创技术正不断逼近有创效果,有创技术则持续减少创伤,大家的最终目标是一致的。”