



2021 世界人工智能大会

新应用

世界人工智能大会 SAIL 大奖获奖项目“柔性脑机接口”在部分关键指标上已超越马斯克的项目

从背包兔到天线鼠，脑机接口大展“读心术”

■本报首席记者 张懿

上海张江的一个实验室里，生物脑与计算机正在尝试一种奇妙的链接。鼠、兔、猴等大脑信号，被植入大脑皮层的电极所读取，进而由科研人员尝试破译，从而了解其“所思所想”。随着软硬件技术以及“读心术”的升级，研究者希望这样的脑机接口技术能用于解读人脑、造福人类，并为人工智能发展打开空间。

“我们想要，或者说正在打造一张‘脑联网’，实现人类智能和机器智能的融合，这将是人工智能的终极状态。”研究团队负责人、中国科学院上海微系统与信息技术研究所副所长陶虎表示。

脑机接口是类脑智能研究的一根重要赛道，更因为赛道上的一个重量级玩家——美国特斯拉公司创始人伊隆·马斯克投资的 Neuralink 公司而备受关注。而据透露，在部分关键指标上，陶虎团队的柔性脑机接口已超越马斯克。此次，该项目获得了世界人工智能大会最高奖——SAIL 奖。

看到“脑海”里的“波浪”

要不是背着一只可爱的粉红色小包，陶虎实验室里的这只兔子，看上去没什么特别。虽然实验室人来人往，兔子倒也不怕生，该吃吃，该喝喝。吃饱喝足，它凑近栅栏，吸着鼻子闻闻笼子边的记者。看起来，这是一只身心健康、食欲旺盛、还有些好奇心的兔子。不过，抵近观察可以发现，这只兔子的头皮上缝过针，有电极从头顶插入，没入皮毛，而电极另一端连接着它的粉红色小包。

研究人员表示，这只兔子被植入了脑机接口柔性电极，它的脑神经信号被读取后，通过粉红色小包里的发射装置传到电脑。在这台电脑屏幕上，记者看到了一连串起伏的曲线，仿佛是这只兔子“脑海”里“波浪”的样子。

脑机接口是认知大脑重要功能、诊治重大脑疾病的核心关键技术。它可以被看作是大脑与机器进行信息交换的通道。一旦取得突破，有望大幅推进脑科学研究，提升诊疗能力，并赋能 AI。

在陶虎的实验室里，除了兔子，记者还看到了不少小鼠，都被植入了脑机接口。由于老鼠体型太小，找不到适合的“小包”，所以，用来传输神经信号的无线模块直接被它们顶在脑袋上，看上去就像是“天线宝宝”。

世界领先的“植发术”

业内公认，脑机接口研究有三大难点：信号采集的带宽窄，植入手术创伤大，长期记录的稳定性差。国际上各研究团队的比赛，主要就是围绕这几方面展开。之所以能得到世界人工智能大会的认可，获得 SAIL 大奖，正是因为陶虎团队在这三个难点上都作出了有价值的贡献。

借鉴集成电路芯片的制造工艺，团队研发出一种大规模脑机接口微电极阵列的加工方法，而且，能以“摩尔定律”的节奏推动技术升级，将电极越做越小、通道越做越多，采集神经信号的带宽越做越宽。而通道越宽，脑机接口能“听到”的“神经密码”也就越丰富，也越有望解析大脑奥秘。

虽然集成了 2640 个微电极，但这根探针细如发丝。因此，它被植入大脑时，能完全避免开颅，有人开玩笑说就像做了个植发手术，几乎是微创的，术后的动物也很快就能恢复如常。

陶虎团队还在长期记录信号方面取得重要突破。此前，由于脑机接口的电极不够柔软，植入后会不断刺激脑组织，没多久就会被疤痕包裹，从而无法采集信号。而陶虎团队的电极采用了特殊材质，在刺入大脑皮层时坚硬如针，随后迅速变软，尽可能避免了对脑组织的刺激和损伤。

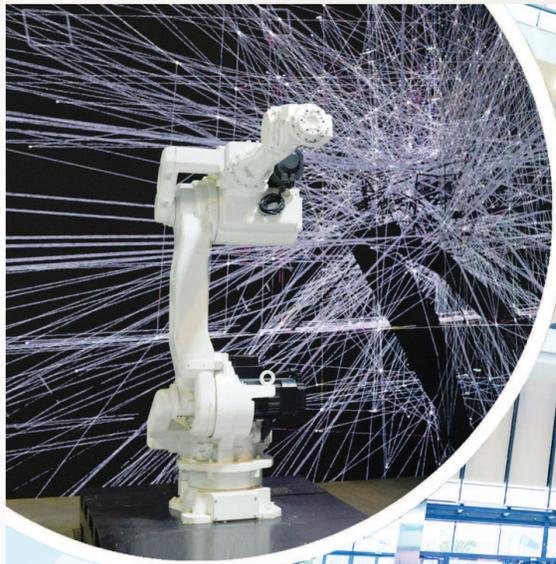
比超级计算机更强大

大脑是人体最复杂的器官，吸引着一代又一代人探索其奥秘。但大脑又是异常脆弱的器官，这也让这段探索之旅显得困难重重。目前，微系统所这支研究团队在脑机接口方面取得的进展，为未来进一步研究打开了空间。

陶虎告诉记者，人在阅读时获取信息的极限速度，最快可达每分钟 3000 字，是口语语速的 10 倍、打字速度的 100 倍。如果能通过脑机接口，让大脑绕过身体，直接与其他人或者信息网络进行信息交互，其效率提升的潜力可想而知。更进一步说，大脑有 800 多亿个神经元，而且彼此互连，构成了一个强大的网络。这样一台超级计算机，功耗却只有 20 瓦，仅相当于一只白炽灯泡。如果能让机器借鉴大脑或者依靠大脑开展计算，将极大提升全世界的算力，将人工智能推向终极形态——也就是人脑智能与机器智能的融合。

“人类正在进入一个‘人脑+机器’三元融合的万物智能互联时代。”在讲述自己的梦想时，陶虎表示，脑机接口就是“人脑+机器”三元融合的重要渠道，它可以真正发挥大脑优势，使其与万物互联，为万物赋能。

▼植入脑部的柔性深部电极器件。



▲2021 世界人工智能大会上展示的交互机械装置。
▲2021 世界人工智能大会带来近百场各类论坛和活动。
本报记者 袁婧摄
制图：冯晓瑜



上海独创柔性脑机接口即将开启临床试验

植入过程就像被蚊子叮了一口，0.1毫米柔性电极植入大脑可在体8个月，同时记录2640路脑信号

■本报首席记者 许琦敏

在大脑中植入脑机接口，不需要再像马斯克团队那样，在颅骨上打直径 2 厘米的洞，再插入一根根钢钉了。由中国科学院上海微系统与信息技术研究所研发的“免开颅微创植入式高通量柔性脑机接口系统”的柔性电极仅 0.1 毫米粗细，只需在颅骨上钻一个不到 0.7 毫米直径的小孔，就可直接插入大脑，可在体工作时间 8 个月，记录 2640 路脑电活动信号——植入过程就像被蚊子叮了一口。

作为本届人工智能大会的镇馆之宝，上海独创的柔性脑机接口引发业界广泛关注，并摘得 2021 世界人工智能大会最高奖项——卓越人工智能引领者 (SAIL) 大奖，其植入创伤、长期在体安全性等关键技术已经达到甚至部分超越了马斯克的脑机接口公司 Neuralink。记者昨天获悉，这一具有完全自主知识产权的柔性脑机接口正在申请临床试验伦理审核，未来有望开发出各类可穿戴设备，

为人类进入“脑联网”时代探路。

“入脑”创口仅为马斯克接口千分之一

“人类社会从物联网时代向‘脑联网’时代跨越，微创甚至无创植入脑机接口，是必须跨过的一道坎。”柔性脑机接口研发团队负责人、中科院上海微系统所副所长陶虎研究员说，由于植入式电极的信号准确性远超过非植入式电极，那么降低植入电极的手术风险，就成为脑机接口发展的核心关键问题。

一直专注于智能传感器研发的陶虎，在研制蚕丝蛋白时，发现这种新型材料可刚可柔，还能在生物体内降解，非常适合做生物传感器，于是就萌生了用它研制脑机接口柔性电极的想法。

历经八年左右研发，他终于带领团队开发出可刚可柔的高性能电极：在直径仅 0.1 毫米、植入体长度可实现几毫米到几厘米定制的柔性电极上，利用集成电路技术，

单器件集成了 2640 个电极点，最多可同时传递 2600 多个神经元信号，是马斯克公司研发的同类型电极的两倍还多。

“0.1 毫米与蚊子口器的粗细相当，扎在皮肤上，就好像被蚊子叮了一口。”陶虎说，使用与电极配套的手术机器人，只需在颅骨上钻一个直径不到 0.7 毫米的小孔，就能将电极插入大脑。插入时，蚕丝蛋白可将柔性电极暂时硬化；插入后，它又能自动降解。

今年 2 月，马斯克团队将直径 23 毫米、厚 8 毫米的柔性电极植入猴脑。今年 5 月，美国斯坦福大学将两个硬质电极插入大脑，让瘫痪病人用意念合成文字。“他们植入电极，需要在颅骨上开一个直径 2 厘米的孔，并用钢钉将柔软电极送入脑内。”据陶虎介绍，“上海电极”植入的手术创伤只有马斯克公司的千分之一，技术上可实现相同功能。

“探脑神针”临床试验伦理审核正在申请

通过“机器脑”的介入，科学家有望帮

助高位截瘫、渐冻症、失语症等难治性神经疾病患者恢复正常生活。

目前，陶虎团队已在鼠、兔、猕猴等实验动物身上，成功实现了单脑区、双脑区以及有线、无线等多种方式的脑信号干预。陶虎透露，通过柔性脑机接口，不仅能“读”到这些小动物在“想”什么、将活动指令“写”入它们的脑中，还能获得它们执行相应指令后的反馈信息。“我们正在为柔性神经电极申请临床试验伦理审核，一经批准就能进行临床试验。”陶虎对上海研发的“探脑神针”充满信心。

未来，我们也会像这些实验动物那样“顶着芯片活动”吗？陶虎解释，免开颅微创植入式高通量柔性脑机接口系统分为前端柔性深部电极、中端转接单元、后端脑电信号采集传输模块、生物兼容封装材料四部分，“除了前端电极外，其他均在体外，可通过工业设计，变成美观舒适的可穿戴设备”。

目前，该系统已可实现在植入 5 分钟后就开始急性信号收集，还能实现长达 8 个月的体内稳定神经信号跟踪。

多项“上海出品”的智能教育最新成果亮相

教育需要发展“有温度的人工智能”

■本报记者 储舒婷

三维智适应学习系统、作文智能辅导、物理仿真实验室、抗疫角色扮演情景游戏……多项“上海出品”的智能教育成果亮相 2021 世界人工智能大会，一幅未来“智慧教室”的图景正徐徐展开。

在“AI 赋能教育数字化转型”2021 世界人工智能大会教育主题论坛上，上海教育数字化转型近期七大任务发布，分别是建设一批智能教育的应用场景；通过对现有教育教学和教育管理流程进行梳理和优化，实行流程再造；通过大数据来驱动综合评价的改革；全面提升师生的素质素养；提升创新教育资源建设模式；建设教育的数字基座；推进教育的新基建。

最核心、最关键的节点是校级数字基座

“进行教育数字化转型，不是简单

有的数据都必须始终掌握在学校或教育管理者、教育工作者手中。”

师生减负、因材施教需要人工智能核心技术的突破

人工智能在教育中究竟有哪些应用场景？论坛上，相关专家透露，AI 如今也参与了高考阅卷，今年，科大讯飞高考智能辅助评分系统在 12 个省完成了 4000 万份学生试卷的评阅。

据介绍，AI 辅助下的精准教学成效斐然。教师备课重复性工作显著减少，教学效率平均提升 30%；学生学习知识点时间显著减少，无效做题时间减少 40%。

最先进的语音识别、OCR 技术（光学字符识别技术）、自动评分和批改技术等，显然可以帮助老师从重复性、简单性的劳动中解放出来。更重要的是，AI 利用大数据分析 and 知识图谱构建，能够推动学生的个性化学习。这样，即使两个分数完全相同的学生，也可能拥有完全不同的学习规划。

教师不会被取代，未来需要人机协同而非人机对立

如今，越来越多的人类工作被 AI 取代。那么，未来 AI 将会代替教师吗？与会专家的答案是否定的，未来需要人机协同而非人机对立。

“即便有人工智能，教师仍然是塑造完美教育环境的主力。因此，培养教师了解人工智能并利用智能教育的能力非常重要，要帮助促进教师成为技术的主宰和人机协同的专家。”华东师范大学教授袁振国在发布《全球智能教育发展报告 (2021)》时指出，“目前智能教育的发展仍然比较局限，是一种‘冷智能’的教育，即以技术为导向和中心，用现有技术提高教育的效率。”但是，教育与其他行业的人工智能应用存在本质不同。“教育的核心和对象始终是人。因此，‘发展有温度的人工智能’应该成为世界教育与人工智能深度融合的方向。”

