

作者：洪波 来源：科学时报 发布时间：2008-6-19 2:0:7

小字号

中字号

大字号

脑机接口：智能假肢和神经康复的新希望

本期关注：脑机接口技术

美国科学家最近成功让猴子凭借“意念”操纵机械臂抓取了食物。这一研究刊登在英国《自然》杂志上。科学家说，实验中采用的并非是全新的技术，但利用这一技术让猴子完成一个功能性动作——自己抓取食物还是首次。



洪波 清华大学生物医学工程系、神经工程研究所副教授。2007年入选北京市“科技新星”人才计划，目前主要从事脑机接口和神经信息解码方面的研究工作。

最近，《自然》杂志发表了美国匹兹堡大学的一项最新研究成果。实验人员将一个微电极阵列植入到恒河猴大脑的运动区，采集多个神经细胞的放电信号，经过计算机的实时处理，转换成电动假肢的控制命令。经过一段时间的训练，猴子学会了用自己的大脑神经信号直接控制假肢的运动，抓取食物喂到自己的嘴里。在此过程中，猴子对抓取力度和假肢运动轨迹的控制达到了很高的准确度，几乎把假肢当成了自己的手臂来“使用”。

这项研究采用的是近10年来发展起来的脑机接口技术。该技术结合了神经科学、微电子和计算机信息处理等领域的最新成果，直接提取大脑的神经活动，实时翻译成控制命令，来控制假肢、计算机鼠标、键盘、家用电器等，以期帮助那些肢体残疾、脊髓损伤、中风、肌萎缩侧索硬化，以及其他神经肌肉退化的病人，建立一个大脑与外界世界直接交互的新途径，改善他们的生活质量。

“意念移物”如何实现

我们在进行感觉、运动控制、记忆等思维活动时，大脑中的神经细胞都会产生放电活动。神经科学家已经通过在猴子等动物身上植入微电极，发现了神经放电和思维活动内容之间的一部分联系，甚至找到了数学模型来定量地描述这种关系。最成功的例子是大脑运动区的神经活动和上肢运动轨迹之间的关系，这也是匹兹堡大学这项最新成果的核心科学问题。

从上世纪80年代开始，这方面的研究出现了突破性的进展，最近几年更是诞生了众多的数学模型和

计算机算法，几乎能够实时地把神经放电活动翻译成计算机屏幕上的光标运动，或者假肢的运动轨迹。

美国杜克大学、布朗大学的科学家先后在猴子和人类大脑植入微电极，实现了大脑对于外部物体的运动控制。

他们采用的翻译算法都来源于一种被称为“群体向量算法”的经典方法。研究发现，上肢的运动轨迹是由大脑运动区成千上万个神经细胞的协同放电来控制的。形象地讲，上肢运动的方向和轨迹，是由很多个神经细胞“投票”决定的，每个神经细胞是用它们的放电率（单位时间内的放电次数）来“投票”的。这些运动区神经细胞都有自己“偏好”的运动方向，上肢运动的方向与这个神经细胞的“偏好方向”离得越近，它的放电率就越高。我们记录到每个神经细胞的放电率，就可以通过放电率加权的方法把它们“偏好方向”综合起来，得到最后的投票结果——上肢实际运动的方向。因为在这个过程中用到了多个神经细胞“偏好方向”的向量求和，所以被称为“群体向量算法”。

匹兹堡大学的这项研究是过去10年来这一领域研究成果的一次整合。虽然从基本原理上并没有显著创新，但它首次实现了大脑直接控制假肢与身体其他部分配合，完成一个生物意义上的功能性动作——抓取食物，这比以往的研究又向可行性和实用性方面前进了一步。他们的研究给下一代智能假肢的发展描绘出一个新的图景，未来我们将有可能把类似的技术应用到残疾人身上，帮助他们用大脑直接控制假肢来完成日常生活中的吃饭、洗漱等基本动作。这项研究中包含的3项关键技术：运动轨迹翻译算法、电动假肢的自然控制、使用者的适应性训练，对未来在人类身上实现大脑控制的智能假肢具有重要的启发意义。值得一提的是，这项研究中使用的一套电动假肢是由我国中科院上海科生假肢有限公司设计制造的。

脑机接口技术也可不开颅

前面提到的这类脑机接口研究都有一个共同的特点，就是需要打开颅骨，在大脑中植入微电极。

除了手术带来的风险，还有两个难题制约着这一技术的实用性：一是神经细胞的放电信号数据量非常大，目前的无线技术还不能解决如此海量数据的实时传输问题，要采用有线传输，所以需要在颅骨上保留一个数据线的插头，这将大大增加感染的风险；二是植入的微电极尖端慢慢会和周围组织发生反应，形成不导电的隔膜，这使得系统无法长期稳定地工作。去年夏天美国布朗大学在人身上进行的首次脑机接口植入实验，突出反映了这两方面的技术困境。

另一类脑机接口技术则避开了这些难题，直接在头皮上贴上表面电极，或者让患者戴上一个电极帽，采集头皮上的脑电波信号。这跟我们在医院接受脑电图检查时采用的方法类似，所以不会对产生任何伤害。这类采用脑电技术的脑机接口，近几年在欧洲和美国发展迅速，我国也在这一领域取得了创新性的研究成果。清华大学研究的采用脑电技术的脑机接口，在2007年的一次全球脑机接口技术评估中，得到国际同行的高度评价，特别是在脑电波分析与解读技术，以及脑机接口系统的实用性开发方面，已经处于国际领先水平。清华大学的脑机接口系统已经可以实现用脑电波拨打电话、控制家电、进行简单的计算机操作、玩计算机游戏等，他们拥有的专利技术使得脑机接口的控制速度和系统的简洁性显著提高。

头皮脑电波是隔着颅骨采集的，和直接采自大脑内部的神经放电信号相比，非常微弱和模糊，所以一般很难达到植入式脑机接口的控制准确度和速度。通常，采用脑电波技术的脑机接口只负责翻译意向性的命令，比如喝水、打开计算机程序、移动鼠标等，而具体的操作过程由高度智能化的假肢程序，或者其他智能机器来完成。因为无创伤、造价低等优势，采用脑电波技术的脑机接口更有可能被患者接受，实用化的前景比较乐观。

未来：期待能真正实现“思维读取”

脑机接口技术的本质是提取和翻译神经细胞的活动。它一方面能够让大脑发出指令，控制计算机或者智能假肢；另一方面，它也能让我们直接解读神经活动的部分信息，通过图像、声音的形式反馈给使用者，如果设计得当，这种实时的反馈会对大脑活动产生积极的调节作用。欧洲和我国的研究者们已经开始尝试利用脑机接口技术，帮助中风、癫痫、自闭症等神经疾病的患者更快地康复。

近年来，媒体也报道了一些“思维读取”方面的研究成果，例如今年3月份，《自然》杂志刊登了美国加州大学伯克利分校的一项研究，他们采用功能核磁共振扫描技术读取大脑视觉区的信号，成功识别出了大脑“看”到的图像。因为基本思路很类似，这些研究有时也被归入脑机接口技术。值得指出的是，虽然科学技术的发展已经能让我们解读出一些简单的思维活动，但这种解读大多数时候是依赖于计算机模式分类技术，并不是真正意义上的“思维读取”。人类对于大脑思维规律的认识还处于较低的水平，诸如感觉、运动、记忆等思维活动的神经机理都在研究之中，神经科学在这些方面的进展是脑机接口技术进一步突破的关键。

发E-mail给:



[打印](#) | [评论](#) | [论坛](#) | [博客](#)

读后感言:

发表评论

相关新闻

科学家破解英国最复杂麦田怪圈 原是π
法国用高科技打造移动拉斯科洞穴壁画
美国一公司将推出送人类骨灰上月球服务
科学纪录片大胆狂想 假如人类消失100年
英研究人员发现孩子成绩好与父母善于社交有关
最新研究显示：爱情开始时越完美越容易破碎
英研究显示“谷歌一代”正变成“剪贴一代”
新型大脑电极片问世 可用意识控制鼠标

一周新闻排行

三大国际数学机构联合发布《引文统计》报告
科学家首次拍到女性排卵过程 展现人类生命起点
直击艾滋病病毒的诞生 详析《自然》论文
著名光生物化学家蒋丽金院士逝世 享年89岁
一所高校不同排名 大学排行榜让人“看不懂”
中国成功研制形似“UFO”的实用飞行器
科学时报：震区，设防之思
76份中国期刊07年影响因子数据出炉