脑机接口的发展与前景

倪玮昊 2020211346

脑机接口是指使用基于稳态视觉诱发电位的信号来实现对人脑意愿的转化。稳态视觉诱发电位属于视觉诱发电位，是指当人眼受到一个恒定频率的视觉刺激时，大脑视觉皮层会自动产生与刺激频率及其谐波频率同频率的响应。基于此原理，可以通过数据采集和调试将相应的脑电信号与动作目的相联系，通过对人脑不同想法形成不同的脑电波进行分析来转换为信号从而命令机械臂代替人的躯体来完成一些活动。正如一些科幻电影如《蜘蛛侠》中的章鱼博士一样，通过大脑来实现对机械臂的控制。

总体来说，脑机接口技术体系分为硬件层、软件层和应用层。

硬件层包括脑电采集设备和外控设备。脑电采集设备包括核心零部件和器件、电极、芯片、电源和材料。电极的关键技术包括干电极、湿电极和柔性电极刺激技术。传统大脑刺激多用电或者磁，存在容积传导问题。前沿的无创刺激方法包括用超声信号深入聚焦定向刺激大脑深部，达到调控或治疗的效果。

软件层包括生物信号分析、核心算法、通信计算和安全隐私。脑机理认知方面一定程度上也属于软件仿真和实现的重要方面。应用层包括生物医疗、教育、娱乐、AR/VR、军事工程和智能生活等方方面面的应用。

脑机接口早期发展的应用场景主要集中在脑科学科研和医疗康复，近几年研究及应用领域逐渐扩大，从代替现有的部分功能转变为增强人类的各种感知能力，包括治疗、脑增强和脑沟通等方面。早在 1978 年就有科学家在一位男性盲人的视觉皮层植入了 68 个电极的阵列，并成功制造了光幻视，让病人可以在有限的视野内看到灰度调制的低分辨率、低刷新率点阵图像开始，脑机接口就硬来了蓬勃的发展。时至今日,脑机接口已经成为了一个巨大的风口,各国的科研机构和企业都在大力投资相关产业,如埃隆·马斯克建了一个平台，可植入颅内电极达到 3000 多个，并专门开发了一个机器人，可以像缝纫机一样将电极植入颅内，创伤可以做得非常小。而瑞士洛桑联邦理工学院的研究人员开发了一款计算机程序，能够利用患者大脑的电信号控制机械臂运行。虽然这并不是人类第一次使用脑机接口来控制机器人，但从技术上来讲却更加强大，因为该设备并不需要任何人工输入来估计和理解大脑信号。该设备在实验室的测验中取得了巨大的成功。而日本科学家研制出“混合辅助腿”，帮助残疾人以每小时4公里的速度行走，并能托起40千克重物。还可使用脑-机接口进行意念控制，如进行意念打字等。

但这样的技术也伴随着风险,被誉为“半机器人”之父Kennedy在进行脑-机接口实验时，由于缺少志愿者，他雇佣了一个外科医生给自己植入由自己公司Neural Signal生产的电极,然而，手术并不成功。在从第一次手术后醒来时，他无法对医生做出反应，甚至一度失去了语言能力，可他继续在第二次手术中植入了信号采集装置。在手术结束几周后，他发现自己的头骨并不能完全愈合，最后取出了电极。同时近日也有动物权利组织近日声称，埃隆·马斯克所拥有的大脑芯片公司Neuralink在23只猴子上进行实验，其中15只猴子因并发症或“动物护理不足”而死亡或被安乐死。可见目前脑机接口对脑部的损伤也是有可能发生的。

可以说脑机接口是一项风险与收益并存的技术。如今的脑机接口仍然有很多领域需要攻克,比如供电技术,要知道脑中由1000亿个神经元，显然几个电极是收集不到足够信号的，相比于极大的神经元基数，成千上万的电极数可能都不够。若都按传统的方式开颅植入电极显然是不可行的，那么我们需要一种微创或无创的技术植入电极，并将电极更小型化。一个直接的思路是采用无线充电技术，直接为内部传感器提供电能；另一个是将热能或化学能转化为电能。但目前仍然没有较为成熟的方案,也没有验证过理论方案是否安全。如何获取准确的信号也是一个难题,若颅骨内有极多的电极，并且电极的分布并不集中，那就需要开发高通量的数据传输系统。在得到海量的数据后需要对数据进行分析处理，显然目前的超级计算机是十分大的，无法随身携带，于是有人提出可以在云端处理，但随着对脑机理的不断认知，采集获取的数据量越来越庞大，未来将陆续面临数据压缩算法和存储技术，以及高通量高速数据无线传输等方面的挑战。此外，基于脑电的信息认证及信息安全、隐私保护也将是软件层重点研究和解决的问题。

作为一门交叉学科，脑机接口的关键技术发展需要多学科的协同进步。例如，电极和探针有赖于材料学、基础化学、合金工艺等学科的进步，芯片有赖于基础物理、量子力学、量子计算等基础学科，芯片能力和计算速度提升有赖于新的计算模型开发等应用科学；外控外联设备对底层科研要求更高，甚至依赖工程和工艺进步。如今由于人类在脑神经原理领域仍处于较为低级的探索,可以说目前的脑机接口技术仍有很长的路要走,但从目前在辅助治疗和机器人领域的应用已经让人们看到其在未来的广阔前景,可以说脑机技术极有可能颠覆传统的人机交互模式，使人类不再仅通过键盘和鼠标与机器沟通。凡是大脑可以操控的现实场景，都可以通过脑机接口来实现，实现人与万物互联。这一天的到来十分让人期待。