



脑机接口消费级创新应用

许书旭 陈建成 林松华

摘要：脑机接口技术通过采集和解析大脑生物电信号,使大脑与外部世界建立联系,实现大脑与外部世界的交互。近年来,脑机接口专利申请总量明显增多,社会对脑机接口技术及其应用的关注度也与日俱增,非侵入式脑机接口在典型场景的应用效果逐步增强,应用形态愈加多样化,脑机接口技术正在从医疗应用渐渐走入消费级创新应用。

关键词：脑机接口;非侵入式脑机接口;消费级脑机接口

脑机接口介绍

脑机接口 (Brain Computer Interface,BCI)技术通过采集和解析大脑生物电信号,使大脑与外部世界建立联系,实现大脑与外部世界的交互。简单来说,脑机接口就是一种能够将大脑和电子设备连接起来的通信系统,从而让我们能够用意念来控制计算机、机器人、假肢等外部设备,或者让外部设备向我们的大脑传输信息,如图像、声音、触觉等。

目前脑机接口根据脑电信号采集电极的部署位置可以分为4种,包括侵入式、非侵入式、半侵入式和介入式。侵入式脑机接口,将电极植入大脑皮层或大脑深部位置,因为没有颅骨和头皮的阻隔,可以得到更精确、更复杂、质量更高的脑电信

号。但是,它需要打开颅腔,手术风险高、成本高、可能引起免疫反应或感染等并发症,目前主要用于医疗领域。半侵入式脑机接口,将电极植入在大脑皮层与头皮之间,相较侵入式脑机接口,免疫反应和炎症反应发生率均较低,安全系数较高。介入式脑机接口,将脑电传感器植入脑部血管壁,无需开颅,却能得到较高质量的脑电信号,中国团队于2023年5月4日在北京成功实现全球首例非人灵长类动物介入式脑机接口试验。非侵入式脑机接口,将电极置于头皮外部,对人体创伤最小,采集方法最为简单,可以制作成可穿戴设备,但脑电信号空间分辨率较差,不能有效利用高频信号。

脑机接口技术的发展

国家知识产权局专利局专利审查协作四川中心吴琼乐以 Incopat 专利数据库为来源分析了2000年以来脑机接口专利数据(其中2021/2022年因专利申请18个月滞后期,数据未完全统计),得出结论:2006年前,脑机接口技术处于萌芽状态,每年的专利申请量不到40件;2007—2012年,脑机接口技术申请量逐年增加,从41件增加到168件,处于缓慢增长期;2013年至今,脑机接口技术申请总量明显增多,从217件增加到500件以上,处于快速增长期^[1]。

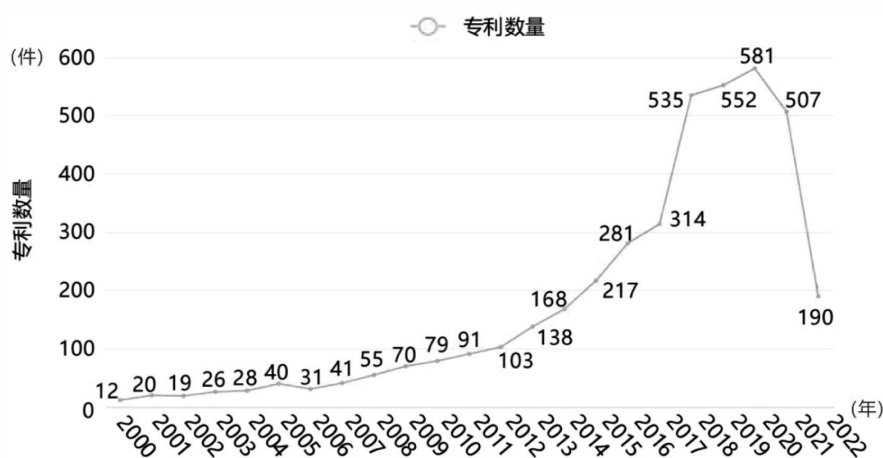


图1 脑机接口专利申请趋势

根据百度搜索指数显示,2023年以来,平均每个月都有一次关于“抑郁症”的聚焦,其中7月份关于“抑郁症”搜索指数数量同比环比暴涨超2000%,并且在之后一直维持在较高的关注度。与此同时,7月3—5日在天津举办的“首届脑-机接口大会”评选发布了脑-机接口的“五个十”,即:十大科学问题、十大关键技术、十大典型产品、十大典型应用场

景和十大关键词,其中第九个科学问题:“如何基于脑机接口实现情感障碍疾病的有效诊疗?”指出,脑机接口技术通过对患者的大脑活动和情绪状态进行监测和分析,有望发现抑郁症等情感障碍疾病的生物标记物,从而提供更加客观和精准的诊断指标。进一步,基于生物标记物和神经反馈构建个性化方案,为抑郁症等情感障碍疾病提供有效治疗。

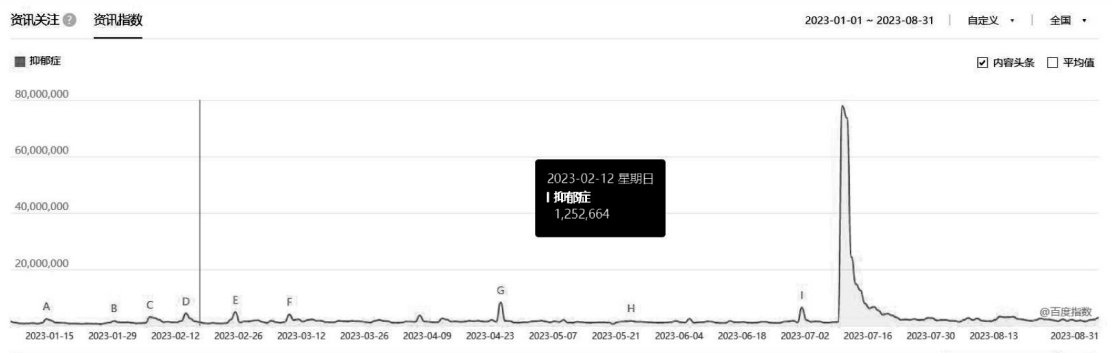


图2 2023年1—8月关于“抑郁症”的搜索指数

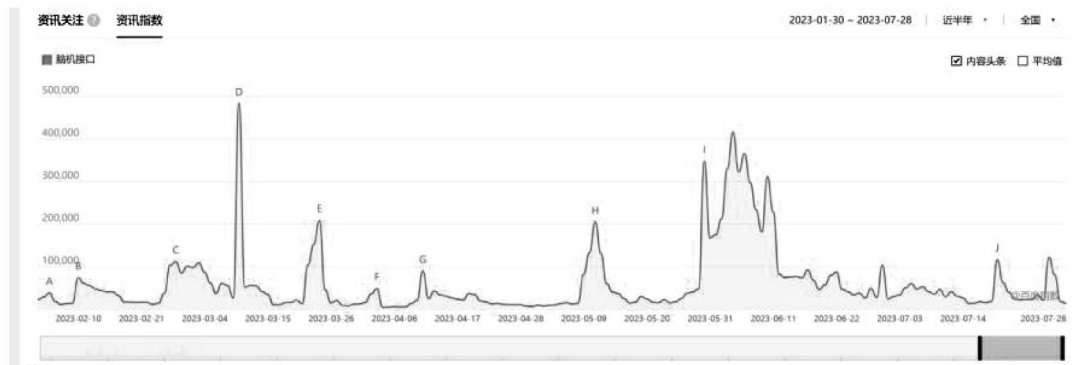


图3 2023年上半年“脑机接口”资讯指数



知识长廊

类似的事件暴发频率越来越高,根据“脑机接口”的资讯指数可以看出,2023 年上半年出现十几次的关注聚焦。诸如“抑郁症”这类精神疾病,目前普遍存在无法客观定性、难以有效治疗等问题,而“脑机接口”技术正在逐步攻克这些问题。不仅如此,“脑机接口”技术领域,已经出现一些在临床展开应用的实例,更有部分产品可以实现消费级应用。它已经不是存在于《阿凡达》电影中的科学幻想,而是已经走出实验室,走进医疗场景,开始服

务于生活家居。

消费级脑机接口产品

在“首届脑-机接口大会”发布的十大典型产品中(见表 1),7 个属非侵入式产品,可见,虽然侵入式脑机接口更容易获取高质量脑电信号,但在实际应用中,非侵入式产品仍然占据主流地位,而且非侵入式产品在性能上也已经能适配脑机接口典型的应用场景。

表 1 脑机接口十大典型应用场景与十大典型产品

十大典型应用场景	十大典型产品
意识障碍医用诊断	便捷式可穿戴的非侵入式脑信号采集设备
眼部疾病医用诊断和治疗	基于中枢脑信号和肌表面信号的多模态智能可穿戴设备
失能者功能修复和交流辅助	神经疾病和人机交互的植入式闭环神经调控系统
个性化学习教育和亲子沟通	基于脑机接口的运动辅助和康复系统
太空作业辅助	基于脑机接口的特殊岗位人员状态安监系统
心理健康检测	基于脑机接口的心理筛查系统
游戏控制与玩家状态感知	基于脑机接口的认知障碍评估、唤醒和训练系统
安全监测	基于脑机协同的无人外设控制系统
驾驶中驾驶人员监测和车内控制	基于脑机接口的闭环睡眠监测系统
元宇宙人机交互	非侵入式脑机接口芯片

根据 Data Bridge Market Research 数据显示,2022 年脑机接口市场规模为 17.40 亿美元,预计到 2030 年将达到 56.92 亿美元^[9]。《脑机接口技术在医疗健康领域应用白皮书(2023)》指出,如果从脑机接口可影响到的应用领域来看,不论是医疗、教育还是消费,都将带来远超于十几亿美元的巨额市场空间^[9]。

1. 个性化学习教育和亲子沟通

在学习教育及沟通活动中,评估精神集中、注意力和认知水平,有助于及时得到目标身体、生理和心理的客观反馈。2020 年 2 月,麻省理工学院著名神经科学家 Desimone 教授在《神经元》(Neuron)发表人类脑磁图 MEG 研究,证明了神经反馈训练与注意力提升的因果关系,并且发现神经反馈训练可以是一种受训者不需要理解规则的无意识学习。目前市场上脑机接口产品通过设计不同的反

馈机制与用户进行互动,可以对用户进行注意力、反应能力、自控能力等综合训练。

2. 心理健康检测

清华大学张丹等在其发明专利《一种基于脑机接口技术的人格特质测量方法及设备》中,通过获取被测者在观看诱发素材时产生的脑电数据,对被测者人格特质进行客观的测量,该测试可以摆脱职业测试、人格测试等人格评估方法过分主观的现状。除此之外,基于大脑情绪变化的脑电反应机制,脑机接口可以客观有效地检测出人主观情绪的变化,与此同时还能进行诸如癫痫、多动症等精神疾病的病例监测^[9]。

3. 游戏控制与玩家状态感知

脑机接口在游戏娱乐领域已有多年实践经验,通常用于为游戏提供输入,从而摆脱对中间设备(鼠标、键盘、游戏手柄和游戏控制器)的依赖。游



戏本身的娱乐属性、激励机制、挑战模式,可以提高交互过程中的乐趣和用户的积极性,极大地改善传统脑机接口训练过程枯燥乏味的缺点。

2022年,被戏称为“老头环”的动作类角色扮演游戏(RPG)在全球卖出超过2000万份,斩获无数游戏大奖,成为全世界游戏迷心中的神作。游戏女主播 Perri Karyal 首次成功展示了她可以完全通过脑电波外设,在 Xbox 上游玩《艾尔登法环》,无需任何控制器的辅助。类似地,还有脑控玩魔兽世界、脑控大航海、脑控无人机及脑控赛车等。在游戏市场,脑控设备的可行性已经被反复验证。

4. 安全监测

在一些特殊场景,如煤矿、老人独居等,当危险发生时,当事人本身并不具备发出警报的能力,但其情绪变化和大脑活动,却能反映出其所处境况异常。传统的手段,需要人为触发报警,而脑机接口技术,通过对当事人脑电的监测,即可发现危险信号。清华大学方东平等人在《施工工人的疲劳程度计算方法及系统》中,通过脑机接口智能安全帽获取施工工人的预设位点的脑电信号,输出施工工人的疲劳程度客观评估数据^[9]。

5. 驾驶中驾驶人员监测和车内控制

我国汽车行业增长迅猛,2022年新领证驾驶人近3000万人,汽车已经成为百姓日常出行必不可少的交通工具之一。传统智能驾驶辅助系统基于视觉或车载传感器对驾驶员面部定位,获取其眼动、嘴动信息以及头部位置等特征,可对其疲劳状态进行判定,减少交通事故发生。将脑机接口应用于智能辅助驾驶领域,能有效监测驾驶员驾驶意图和状态,降低事故发生率,此外,残疾人也能通过人机互动实现道路驾驶。

6. 元宇宙人机交互

2021年作为“元宇宙元年”,是元宇宙开始火爆的一年。厦门盈趣科技股份有限公司总裁助理兼技术战略总工陈建成在《元宇宙:数字化时代新商业与新生态》中指出,脑机接口将助力打破虚拟与现实之间的壁垒,成为元宇宙的下一个入口^[10]。天津大学医工院副院长许敏鹏认为:“如果能实现高效的脑控键盘和脑控鼠标,那么消费级的脑机接口产

品也就离我们不远了^[11]”,2021年,天津大学与华为合作,研制出了无感视觉刺激、极微弱脑电特征的脑控键盘。2022年,天津大学实现了非侵入式的脑控鼠标,被训练者经过15分钟的训练,可以实现简单的脑控追逐目标的二维控制^[12]。

结束语

1975年,柯达制造出全球首部数码相机,也早已意识到数码相机将替代胶片相机,然而,却因为当时胶片相机市场更大而错失机会,短短20年间被反超乃至消亡。2007年的诺基亚也步其后尘,其衰亡时间更短。一项革命性技术从出现到完成对上一代技术的替代,往往是迅猛而突然的。如今,脑机接口技术已经显现出对传统人机交互方式无与伦比的优势,国家、社会的注意力也已经开始聚焦,那么脑机接口的“iPhone时刻”就不会远了。脑机接口技术的突破,将伴随其上下游产业链快速革新,牵引新的产业结构迁移与落地。

(作者单位:厦门市北洋脑机接口与智慧健康创新研究院)

参考文献

- [1] 吴琼乐.脑机接口技术的专利分析[J].数字技术与应用,2023,41(2):131-133.
- [2] 中国信息通信研究院.脑机接口技术在医疗健康领域应用白皮书(2023)[R].北京:中国人工智能产业发展联盟,2021.
- [3] 同[2].
- [4] 张丹.一种基于脑机接口技术的人格特质测量方法及设备:中国,CN107348962B[P],2019-10-18.
- [5] 方东平.施工工人的疲劳程度计算方法及系统:中国,CN116304563A[P],2023-06-23.
- [6] 陈建成.元宇宙:数字化时代新商业与新生态[M].北京:中国商业出版社,2022.
- [7] 黄祺.许敏鹏:消费级脑-机接口产品问世不会等太久[J].新民周刊,2022,47:28-29.
- [8] 上海证券报.脑机接口智联万物数字生命掀起技术新浪潮[EB/OL].(2023-07-07)[2023-08-02].https://paper.cnstock.com/html/2023-07/07/content_1791601.htm.