

智能心灵“捕手”：解锁心理障碍的行为密码

■本报记者 叶满山 通讯员 王耀辉

你可能已经习惯了用智能手机、智能手表监测自己的心率、血糖等数据,但你是否知道,未来手机还能客观化评估心理健康状况?随着现代社会生活节奏的加快,抑郁、焦虑等心理健康问题日益凸显。但问卷调查和临床访谈等传统的抑郁评估方法,往往受限于主观性,难以真实反映心理健康状况。兰州大学信息与工程学院副教授杨民强团队锚定这一痛点,致力于探索更加客观、普适的心理健康状况评估方法。“我们希望通过普适化的传感技术,如摄像头、麦克风等普适化传感器或智能手机、智能手环等普适化智能终端,实现对心理障碍的客观评估。”杨民强说。

近日,杨民强团队基于智能手机数据在心理障碍检测方面的研究成果,对普适感知技术和抑郁识别相关的多个关键问题展开了全面深入的剖析。该成果为抑郁症早期筛查、个性化治疗提供了新的手段和依据,也为其他心理障碍的检测与研究提供了借鉴和启示。相关论文发表于《电气与电子工程师学会会报》。

智能手机里的“心理密码”

智能手机的内置传感器,如加速度计、麦克风、GPS等,能够持续采集多模态数据流,涵盖环境参数、生理指标和行为模式等多个维度。杨民强的研究就是探索这些数据背后隐藏的“心理密码”。

“智能手机几乎是人们使用时间最长的可穿戴设备,可以记录大量与用户行为相关的数据,这些数据正是抑郁症评估的重要依据。”杨民强说。

然而,从海量数据中精准提取出能够有效表征抑郁症的数据类型特征并非易事。“手机原始数据的时空异质性使得稳定数字表型的提取困难重重。”杨民强说。

通过深入分析当前智能手机数据进行数字表型的研究现状,团队创新性总结出5类具有代表性的特征——位置特征、运动特征、睡眠特征、节律特征和社交与设备使用特征,进行抑郁的有效表征。

“位置特征可以反映一个人的活动范围

和轨迹,如果一个人长期期待在同一个地方,很少外出参与社交活动,可能暗示其心理状态不佳;运动特征则通过加速度计等传感器捕捉个体的运动状态和活动量,热爱运动的人往往心理健康状况更好;睡眠特征、节律特征和社交与设备使用特征分别从睡眠质量、日常活动规律和社交互动模式等方面为抑郁检测提供了重要线索。”杨民强介绍,“这些特征从不同角度反映了个体的心理状态。”

值得一提的是,在数据采集和实验研究过程中,团队经过伦理审批,严格遵守伦理规范,通过数据脱敏、数据加密、访问控制等多种措施,确保用户隐私得到充分保护。

“用户可接受的数据采集边界是研究成果能获得应用的前提。”杨民强说,“我们通过加速度计、陀螺仪、环境光传感器等采集弱隐私数据开展心理健康状况评估,既保护了隐私,实际应用场景也更广阔。”

团队还积极探索隐私计算框架先进技术,以进一步确保用户数据的安全。“我们在另一项研究中提出了基于联邦学习的分布式框架。该框架通过层次学习结构,在保护数据隐私的同时,允许大用户量数据参与模型训练。”杨民强说。

追踪眼睛里的秘密

“眉目传情”“眉来眼去”形容通过眉眼的传递,表达某种情感或交流信息的行为;“眉开眼笑”“愁眉紧锁”则形容不同的情感状态。在探索更客观、普适的心理健康状况评估方法过程中,杨民强团队不仅关注表情、语音,也聚焦眼动,以分析人的心理状态。

“眼睛是心灵的窗口,蕴藏着丰富的情感信息,而这些信息往往难以掩饰。”杨民强解释,眼睛的运动和瞳孔的变化能够反映个体的注意分布、情感状态与认知过程,这些信息对于心理健康评估具有重要意义。

2020年,杨民强团队发明了一款名为UEYE的可穿戴眼动仪,能够以高达480帧/秒的频率捕捉眼动图像。这一高帧率使其能够精准记录眼睛的每个微小动作,包括快速微眼动、瞳孔变化、注视点转移。其核心

参数领先国际同类产品,实现了可穿戴高帧率眼动追踪技术的自主可控和国产替代。

“传统的生理信号监测设备,如脑电图仪、功能性磁共振成像等,虽然能够提供高精度的生理数据,但通常价格昂贵、操作复杂,且需要专业技术人员和特定的实验环境。相比之下,眼动仪在成本、便携性和易用性方面具有显著优势。”杨民强介绍,“该设备目前在国内有10多家用户,北京协和医院、湘雅二医院等单位的研究团队也在使用我们的眼动仪。”

团队研制的可穿戴眼动抑郁评估系统对抑郁的评估准确率达79%。“眼动数据能够反映个体的注意力和情感状态。”杨民强解释,抑郁患者往往表现出对负面信息较高的注意偏向。这种注意偏向可以通过眼动数据清晰反映出来,从而为心理健康评估提供更全面的依据。

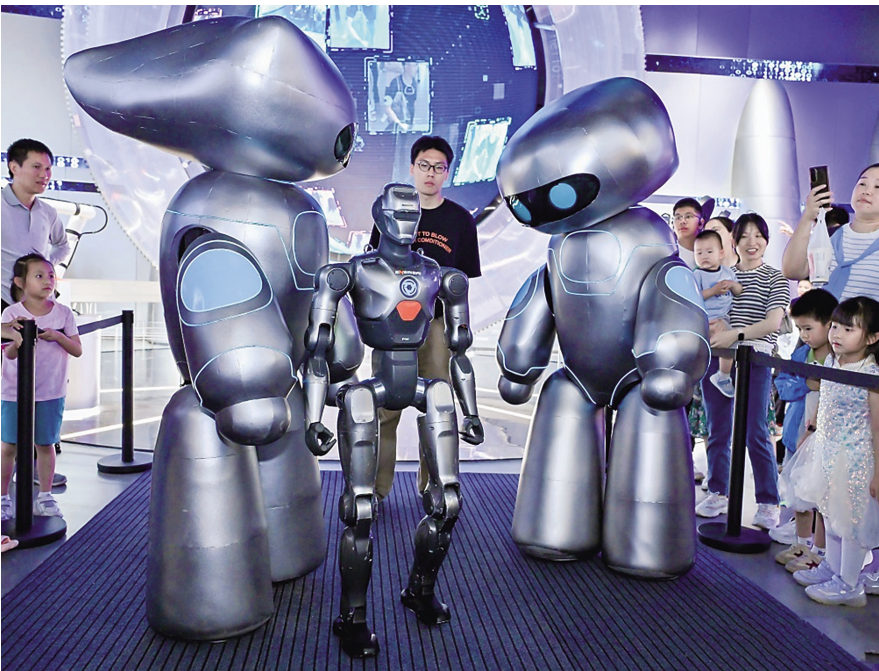
智能干预的“心理咨询师”

通过智能手机数据的数字表型分析、高精度眼动追踪等技术可以对心理障碍进行有效识别和评估。但在评估后,如何给予有效干预?杨民强团队进一步开展了面向抑郁干预的大语言模型多模态行为信息反馈技术研究。其核心是采用大语言模型和认知行为疗法相结合的方式,开发一种能够进行智能心理干预的系统。

这一系统不仅能够理解患者的文本信息,还能通过摄像头和麦克风捕捉患者的表情、语音、肢体动作等非语言信息,从而更全面感知其心理状态。

“在人与人的交流中,93%的信息是通过非语言信息传递的。”杨民强说,“我们的系统利用多模态感知技术,能够实时分析患者的非语言信息,并据此调整对话策略,从而实现更有效的心理干预。”

杨民强介绍,当系统检测到患者的表情悲伤时,会调整对话策略,采用更温和、安慰性的语言与患者交流;如果患者的语音出现颤抖或语速加快,系统会判断患者可能处于紧张状态,从而采取措施缓解其紧张情绪。



“五一”假期,全国各地的科技馆以“为创新创造鼓与呼”为主题,推出系列科普展。

据初步估计,全国科技馆累计接待游客超300万人次,其中中国科技馆累计开展科普志愿服务3696小时。

图为5月1日,深圳新地标“大飞船”——深圳科学技术馆正式开馆,现场人气爆棚。

本报记者高雅丽报道 深圳科学技术馆供图

科学家首次验证空间站3D活细胞样本在轨长期保存技术

本报讯(记者刁雯蕙)近日,神舟十九号载人飞船携空间站第八批空间科学实验样品顺利返回地球。其中,中国科学院深圳先进技术研究院研究员雷晓华团队的“太空微重力环境下人多能干细胞3D生长与发育研究”实验样本成功回收。本次实验首次在中国空间站上验证人多能干细胞自动化3D生长的在轨长期冷冻保存技术,是我国空间生命科学领域又一重要研究进展。

据了解,本次返回的样本包括蛋白、核酸固定样本及在轨冻存的活3D人诱导多能干细胞。团队通过对标准空间细胞培养盒进行改装设计、筛选适宜的冷冻保护剂及添加小分子化合物等方法,建立了适用于中国空间站往返太空和在轨运行环境下的细胞培养和冻存方案,实现干细胞在中国空间站的3D生长和在轨零下80摄氏度的冰箱长达6个月的冻存。该成果为未来中国空间站开展3D组织、类器官等样本的太空长期培养和活体组织样本保存利用提供了关键技术验证。

后续团队将对太空返回的3D干细胞样本进行解冻,开展单细胞水平多组学的测序分析及冻存细胞复苏后的发育潜能检测,期望解析太空微重力环境下人多能干细胞3D生长规律和发育潜能,探究干性增强的分子调控机制。揭开这些谜底将为再生医学和转化干细胞技术打开新视角。

欧洲大停电祸首是谁?

■张金良

最近几天,欧洲发生了近年来最惨烈的大停电事故。

当地时间4月28日中午12时30分左右,西班牙、葡萄牙以及法国部分地区电力供应中断,造成交通系统瘫痪、通信中断。西班牙民众甚至一度出现抢购基本生活物资的现象。西班牙内政部宣布,进入国家紧急状态。欧洲多座主要城市陷入混乱,数百万人受到影响。

此次大停电引发了民众恐慌,堪称“21世纪最严重的非战争型基础设施灾难”。目前停电原因尚未明确,全面恢复时间远超预期。此次大停电已成为近年来欧洲有记录以来最严重的停电事件之一。

因何造成大规模停电?

大规模停电事件往往由诸多因素共同作用所致,难以归于单一因素。此次欧洲大停电原因仍在调查中,可能涉及以下四个因素。

供电能力快速下降。据西班牙电网运营商报告,短短5秒钟内,约15吉瓦的发电能力突然消失,相当于当时全国电力需求的60%,瞬间出现的有功功率缺口会直接导致频率下降。若频率低于安全阈值,低频保护跳闸会引起机组大量脱网,扩大停电范围。

灵活调峰资源缺乏。一方面,灵活性电源不足。西班牙过早关停煤电、天然气机组建设滞后,导致电源保障能力严重下降,成为大停电的核心诱因。另一方面,西班牙储能容量不足,导致出力骤降时电网无法快速调用足够

的储能容量,引发电力供需严重失衡。

电网设施建设滞后。西班牙部分输电设备、葡萄牙部分变电设备运行均超30年。电网设备老化使其难以适应大规模新能源并网,成为大停电的薄弱环节。此外,西班牙与法国电网互联容量仅2.8吉瓦,互联能力远小于需求缺口,导致孤岛运行后全网崩溃。

故障处理方式不当。一方面,西班牙和葡萄牙在停电故障发生后未能及时解列,导致故障点持续冲击相连设备,故障从局部升级为区域级;另一方面,故障定位不精准,使得调度人员可能作出错误的决策,导致不必要的停电范围扩大。

给全球能源治理体系的启示

欧洲大规模停电事件暴露了电网的脆弱性、灵活性调节资源缺乏等问题,给全球能源治理体系和治理能力提升带来了深刻启示。

一是应有序推进能源转型。能源绿色低碳转型是一场深刻的系统变革,需要在安全、可靠的前提下,从制度、技术、市场、机制等维度协同推动非化石能源有序替代化石能源,在传统能源兜底和新能源替代之间实现动态平衡。

二是提高源网储涉网性能。提高新能源和储能涉网性能有利于促进新能源大规模并网、保障电网稳定运行。应通过构网型逆变器为电网提供系统惯量,实现新能源和储能对电网电压与频率的主动支撑,确保电网稳定运行。

三是提升电网安全韧性。欧洲大停电事件

使电网的脆弱性再度引发关注。提升电网安全韧性是保障电力供应安全和应对极端气候变化的关键举措。这需要从技术迭代升级、网架结构优化、体制机制创新等方面协同推进。

四是加强电网互联互通。加强与周边国家电网互联互通是促进能源绿色低碳转型、提升电力系统灵活性和稳定性的重要路径。为此,需要强化规划协同、标准统一、政策对接等,形成电力余缺互济、优势互补的新格局。

五是加大储能建设力度。储能系统由于具有平抑新能源波动、缓解电网调峰压力、快速黑启动等优点,已成为预防电网大停电及缩短停电时间的核心设施。欧洲大停电事件将会促进各国加大储能系统的投资和建设力度。

六是深化全球能源合作。通过深化合作、资源整合、技术共享,能够系统性提升电力系统的稳定性和抗风险能力。为此,需要打破贸易壁垒和技术壁垒,实现资源优势互补、技术联合研发,共同推动全球能源绿色低碳转型。

七是建立跨国协调机制。单一国家的电网故障可能通过跨国线路互联,当出现大规模停电事故时,需要多国协同应对、相互支援,通过跨国应急协调机制,实现信息共享、资源共享和标准统一,提升电力应急响应能力。

电力保供的“中国方案”之优势

近年来,很多国家发生过大规模停电事故,为何中国能够在极端天气、源荷双侧不确定性等条件下,依然保持电力安全可靠供应?

这背后折射的是“中国方案”的巨大优势。

首先,有多能互补的电源。通过风光水火等多能互补,保障电力供应的稳定性和可靠性、增强电力系统的灵活性和调节能力,降低大规模停电风险。

其次,具备数智化坚强电网。通过融合先进数字技术与电网设施,提高电网预警能力、承载能力、自愈能力和应急能力等,降低大规模停电风险。

再次,源网荷储协同,主配微联合调度。通过协同电源、电网、负荷和储能4个环节,保障电力电量实时平衡,增强系统调节能力,降低大规模停电风险。通过联合主网、配网和微网,形成分布式新能源就近消纳+全局电力电量平衡的调度体系,实现故障快速隔离和自愈,减少对主网影响。

另外,我们有完善的电力市场。全国统一电力市场能够显著提升跨省跨区电力互济能力,降低大规模停电风险。完善的电价机制可以引导灵活性资源参与系统调节,提升电网稳定性。

最后也是最重要的,我们有高效的政治体制保障。高效的政治体制通过统筹规划、资源调配、有序用电等方式,提升电力系统稳定性和电力应急响应能力。人民电业为人民的服务宗旨,能够加强电网投资建设、火电机组灵活性改造、技术和管理创新等,降低大规模停电风险。

(作者系华北电力大学经济与管理学院教授)

发现·进展

北京华大生命科学研究院等

发现人类颈动脉斑块中存在三级淋巴器官

本报讯(记者刁雯蕙)近日,北京华大生命科学研究院联合北京协和医院血管外科,通过华大自主研发的时空组学技术Stereo-seq和单细胞RNA测序技术,鉴定出人类颈动脉粥样硬化斑块中三级淋巴器官的存在,为深入理解动脉粥样硬化的免疫机制提供了关键资源,并为精准干预提供了新的潜在靶点。相关成果发表于《自然-心血管研究》。

研究团队运用单细胞RNA测序技术与时空组学技术Stereo-seq,成功构建了人类颈动脉粥样硬化斑块的高分辨率单细胞空间图谱。团队首次在人类颈动脉斑块中鉴定出三级淋巴器官的存在,其呈现出淋巴细胞显著空间聚集、缺乏典型生发中心的结构、活跃的B细胞免疫应答等特征。这些发现为理解动脉粥样硬化斑块局部适应性免疫应答的调控机制提供了重要证据。

团队基于临床分析发现,斑块中三级淋巴器官的存在与患者是否出现脑卒中等症状密切相关,是症状性颈动脉狭窄的独立风险因素。这一现象可能与斑块中三级淋巴器官中效应B细胞分泌的IgG抗体激活巨噬细胞功能相关,为未来动脉粥样硬化的临床诊断和干预提供了潜在的治疗靶点。

这项研究全面深入地阐明了颈动脉斑块中三级淋巴器官的特征、功能和临床意义,为今后有关动脉粥样硬化和血管斑块的研究提供了新视角,也为研究和治疗与血管斑块相关的临床疾病的策略提供了重要见解。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41467-025-58079-9>

中国农业科学院与北京大学

从头异源合成中药防风的主要活性成分

本报讯(记者李晨)近日,中国农业科学院深圳农业基因组研究所(岭南现代农业科学与技术广东省实验室深圳分中心)研究员王丽课题组联合北京大学药学院教授叶敏团队,解析了药用植物防风中一种重要的呋喃色原酮的生物合成途径,在本氏烟草中实现了升麻素苷和5-O-甲基维斯阿米醇苷的从头异源合成,并阐释了防风中呋喃色原酮含量远高于其他多种伞形科植物的原因。相关研究论文发表于《自然-通讯》。

升麻素苷和5-O-甲基维斯阿米醇苷是两种代表性的呋喃色原酮,也是中药防风的主要活性成分。该研究挖掘并验证了防风的色原酮合成酶、异戊烯基转移酶、前胡宁环化酶、氧甲基转移酶、羟化酶、糖基转移酶等,从头解析了升麻素苷和5-O-甲基维斯阿米醇苷的生物合成通路,并在烟草体系中实现了这两种物质的从头合成,合成效率分别为3.82μg/g和17.48μg/g。

研究还发现,色原酮类物质在防风中的含量远高于其他伞形科物种。研究推断,呋喃色原酮骨架形成阶段的关键催化酶基因对防风中呋喃色原酮的富集起着决定作用。这种酶在防风中特异性存在,而其他伞形科植物缺少该基因的直系同源基因,同时与该基因属于相同系统发育分支的其他近缘基因也无法催化形成特征呋喃环,这使其他伞形科物种无法完成前胡宁的环化步骤。这些证据诠释了防风中大量积累呋喃色原酮的遗传机制。

该研究为呋喃色原酮代谢工程的设计和生产铺平了道路,并揭示了伞形科植物中呋喃色原酮生物合成途径的进化机制。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41467-025-58498-8>

中国科学院植物研究所等

揭示高寒冻土区植物养分重吸收特征

本报讯(记者田瑞颖)中国科学院植物研究所研究员杨元合、副研究员杨贵彪等与合作者解析了高寒冻土区植物养分重吸收特征。相关论文发表于《自然-通讯》。

植物养分重吸收是指将原本可能流失的养分重新捕获、回收并再利用的过程。该过程是植物获取和利用养分的重要策略,尤其是在养分限制的冻土生态系统中,对于维持植物生长至关重要。按照以往基于热带、亚热带和温带地区观测数据得出的推论,寒冷地区植物叶片氮重吸收效率通常高于磷。由于缺乏系统性观测数据,这一推论尚未得到充分验证。

科研人员以青藏高原冻土生态系统为研究对象,基于大尺度野外采样和室内测定,结合全球数据整合分析,解析了高寒冻土区植物养分重吸收特征。他们发现,与以往认识不同,青藏高原植物叶片磷重吸收效率显著高于氮重吸收效率。与全球草本植物相比,该区域叶片磷重吸收效率更高,而氮重吸收效率则无显著差异。进一步分析发现,叶片氮重吸收效率与土壤氮矿化速率之间存在权衡关系,但这种模式在叶片磷重吸收与土壤磷矿化之间并不成立。

上述发现揭示了青藏高原冻土生态系统植物养分重吸收的独特规律,增进了学术界对寒冷地区植物养分获取和利用策略的认识。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41467-025-59289-x>