

# 用脑科学支持人工智能

■本报记者 甘晓

在潘多拉星球,下身瘫痪的前海军战士杰克·萨利头戴复杂的设备,躺在密封舱中,用意念控制阿凡达的运动——电影《阿凡达》中呈现了意念控制的一个经典桥段。

现实中,意念操控的黑科技也许不再是梦想。脑科学研究者正在揭示预测性运动控制神经机制,以脑科学基础研究支持人工智能发展并促进两大领域的深度融合。最近,在国家自然科学基金(项目号:31671075)的支持下,中国科学院神经科学研究所和脑科学与智能技术卓越创新中心崔嵩研究组在《神经生理学》(*Journal of Neurophysiology*)杂志上发表论文显示,研究人员通过训练猕猴完成自由式拦截手动成功建立起预测性运动的行为学范式。

“这是我们整个计划的第一步,未来我们将进一步研究灵长类大脑皮层中各脑区在预测性运动控制中的作用。”崔嵩告诉《中国科学报》记者。

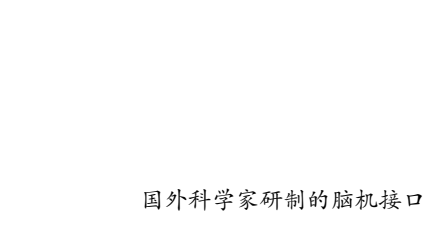
## 预测运动的后顶叶皮层

预测是大脑的重要功能和智能的重要基础。已有的神经科学研究认为,灵长类动物的大脑对运动的控制是基于内部建模机制对未来感觉结果的预测,而不简单是对外部刺激的反射。崔嵩打了一个形象的比喻:当人和猴子走进回转寿司餐厅,他们的大脑能够在对运动目标预判的基础上启动预先设定一套程序以控制手臂运动来准确拿到传送带上的寿司。

大脑后顶叶承担了使用感觉信息精确引导行为的任务。不过,这一过程的神经机制依然不清楚。近年来,崔嵩和同事们启动了围绕后顶叶的研究。“想弄清楚神经元的工作是编码了高度处理后的感觉信息还是抽象层次的运动参数。”崔嵩表示。

目前感觉运动神经生理学领域的绝大多数学者研究了动物对静止目标的运动记录,这种方法不能判断所观测到的神经活动反映的是简单的感觉刺激反应还是对未来状态的预测。为弥补这一缺陷,崔嵩团队在上述发表在《神经生理学》杂志上的研究中,训练猴子通过手臂运动在自主选择的位置拦截移动的目标体。实验证明了手动拦截的预测性,“启动手动的时候,大脑不是奔着当时目标的位置去指挥手动,而已经准确预测手动

“最近,在国家自然科学基金(项目号:31671075)的支持下,中国科学院神经科学研究所和脑科学与智能技术卓越创新中心崔嵩研究组在《神经生理学》(*Journal of Neurophysiology*)杂志上发表论文显示,研究人员通过训练猕猴完成自由式拦截手动成功建立起预测性运动的行为学范式。



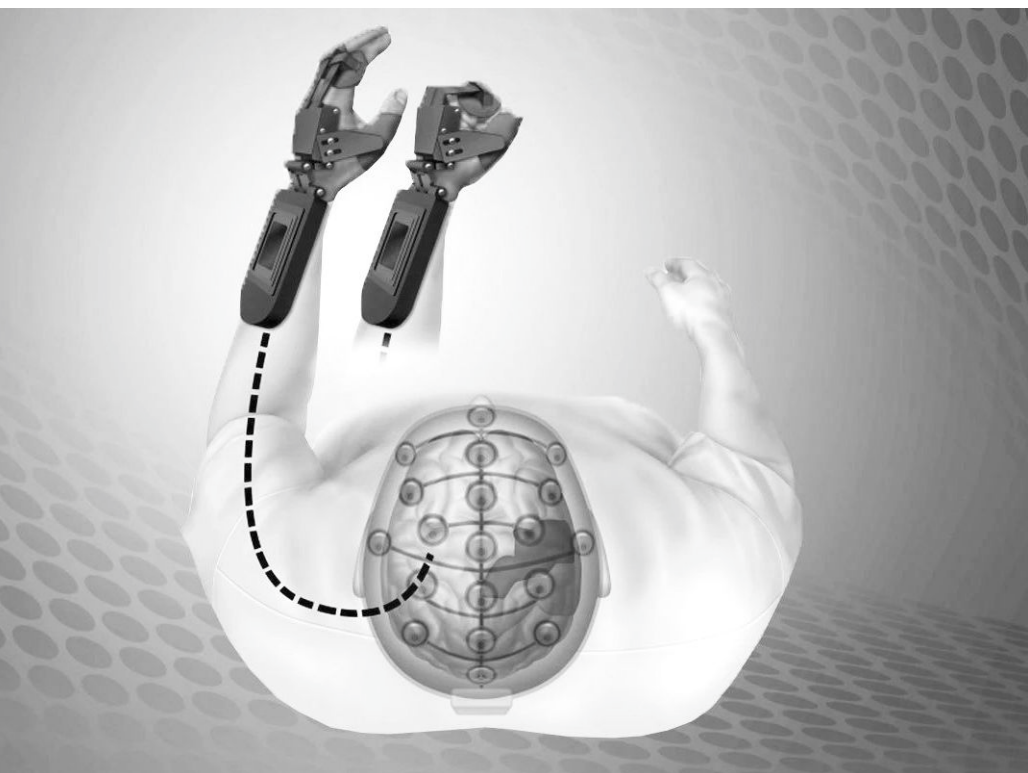
国外科学家研制的脑机接口

到什么位置能和移动目标相遇。”因此,这套行为学范式克服了传统神经生理研究的缺陷,为开展进一步研究预测性运动控制提供了理想的行为学范式。

## 运动神经解码与动态环境下的脑机接口

崔嵩介绍,在上述实验中,研究人员还记录了猴子手臂的运动轨迹和神经元活动,以期建立二者之间的函数关系。目前,他们已经记录了上百个神经元活动,发现了大脑中预测性运动控制的信号。同时实现了离线状态下的神经解码,即通过后期数据读取大脑运动控制信号来驱动屏幕上光标和机械手臂的运动。

按照计划,崔嵩课题组将在明年开展一系列实验,希望通过获取的大脑如何预测和规划运动的神经元活动大数据集的深度学习建模分



析,从了解大脑如何工作到描述大脑如何工作,最终实现模拟大脑如何工作。

“有望明年在线状态下的大脑实时控制,实现利用解码的神经信号驱动机械臂来击打运动目标。”他说。

在科学家们看来,这项围绕解码大脑皮层预测性运动控制的基础研究将为脑机接口和神经义肢开发奠定神经生理学基础。目前开发的脑机接口终端效应器均由大脑信号通过感觉反馈直接即时驱动而非对大脑整套运动程序的预测性解码,没有利用大脑对运动“前馈控制”的基本原理,所以只能实现对静态目标的抓取却无法应对动态环境。

基于预测性运动控制原理的脑机接口研发,将通过将高密度神经电极植入,解码人的神经活动,通过意念驱动机械手臂,实现自然环境下意识目标的抓取,帮助运动障碍病患改善生活。

## 科学基金给予帮助

崔嵩开展的研究,离不开国家自然科学基金的支持。2016年初,崔嵩一回国便申请了国家自然科学基金面上项目。

“科学基金公平、公正,代表了国内资助基础研究、引导基础研究的最高水平。”崔嵩表示。一年多来,科学基金不仅给崔嵩的科研工作提供了保障,更是一种荣誉和鼓励。“国家自然科学基金委员会(以下简称基金委)是我国资助基础研究最大的机构,能够获得来自基金委的资助意味着研究工作得到一定程度的肯定。”

崔嵩希望,未来,科学基金能够给予这一领域更大力度、更长时间尺度的实质性支持,让科学家在后续有关运动神经控制的基础研究中取得突破性进展。

# 科学家提出基于地点吸引力出行预测新模型

本报讯 11月21日,在国家自然科学基金项目(项目编号:71621001,71631002,71671015)等资助下,北京交通大学高自友教授课题组在《自然-通讯》(*Nature Communications*)在线发表了他们在“多尺度个体群体出行预测的统一模型”上的研究成果。

预测人的出行和移动行为,对于城市规划、交通管理、传染病防控、舆情监督和公共安全管理等至关重要。基于传统引力模型预测人群出行分布量已有相当长的历史。在研究人员看来,当前基于大数据的新型预测模型,不具备普适的空间范围,也无法再现个体移动轨迹的时空统计特征。

围绕这个问题,高自友课题组突破了前人研究的限制,提出了基于地点吸引力的个体微观移动模型。其中,地点吸引力由个体记忆效应和人口导致的竞争效应两个因素决定。

研究人员认为,一方面,个体访问某一地点之后留下的良好印象,会增加个体今后访问该地点的概率。因此,课题组采用“齐普夫律”自然地刻画记忆效应对地点吸引力的影响以及老化效应的影响。另一方面,某一地点的吸引力受到当地和附近人口分布的影响。人口越多将会造成拥挤及对于有限资源的竞争,进而降低了当地的吸引力。因此,模型同时考虑了记忆效应和人口竞争对地点吸引力的影响,并给出了地点吸引力决定的个体转移概率。

该项研究中,模型中唯一的参数调控记忆效应的强度,并且只基于人口空间分布的静态数据,预测不同尺度下个体和群体的宏观出行分布模式的典型特征。模型重现了中国、美国、比利时和科特迪瓦的不同尺度实际数据中发现的四种幂律特征,包括访问地点数量随时间变化、返回时间分布、访问地点频率分布这三种个体移动模式的幂律特征以及出行次数分布这一群体移动模式的幂律特征。

此外,模型也重现了个体移动轨迹中的模体分布规律和宏观出行距离的指数分布规律等。模型预测结果与实际数据统计结果几乎重合。课题组进一步通过理论分析给出了模型的解析,并基于理论结果揭示了地点分布的空间分形特征对各种出行分布的影响。

专家指出,该研究提出的基于人口分布预测多空间尺度下个体和群体宏观出行行为预测模型,为预测城市群交通堵塞瓶颈、疾病传播过程的预警、公共设施资源配置优化、避免大规模人群聚集导致的公共安全等问题提供了重要的科学依据,为宏观管理提供必要的微观技术支持。

论文第一作者为北京交通大学交通系统科学与工程学院副教授闫小勇,通讯作者为该院教授高自友、王文旭。(甘晓)

# 智能驾驶时代已经到来

■本报记者 彭科峰

智能化、电动化、轻量化,无疑是被业界公认的汽车的三大发展方向。其中,汽车的智能化,或者说智能驾驶最为引人关注。作为致力于基础研究的国家自然科学基金委员会,在智能驾驶、无人车的研究方面也早早布局。早在2008年,基金委就启动了重大研究计划“视听觉信息的认知计算”,并以自然环境感知与智能行为决策能力的无人驾驶车辆作为验证平台。9年来,在基金委的资助下,中国智能驾驶的基础研究和技术在不断进步。

日前,由基金委信息科学部、中国自动化学会、中国人工智能学会主办的“中国智能车大会暨国家智能车发展论坛”在江苏无锡举行。与会期间,来自高校、科研院所、企业的代表纷纷就智能驾驶的诸多问题进行了深入交流。

## 全球加速进入智能车时代

中国自动化学会理事长、中国工程院院士郑南宁介绍,当前,以智能辅助驾驶和智能安全为代表的智能车研究,已经受到世界各国的高度重视和广泛关注,并且在以超乎想象的速度发展。

“毫无疑问,全球正在加速迈入智能汽车时代。”中国工程院院士、一汽集团副总工程师李骏告诉《中国科学报》记者,美国将人工智能(AI)确定为国家战略,AI处于世界科技前沿,注重基础科研和产业应用。欧盟于2013年提出人脸计划,为期10年,旨在通过计算机技术模拟大脑,建立一套全新的、革命性的生成、分析、整合、模拟数据的信息通信技术平台。欧盟和欧洲机器人协会还启动了“火花”计划,汽车与交通是重点应用推广的八大领域之一。在日本,企业也在加速推动汽车AI的发展,丰田在大力布局AI和大数据,本田在机器人领域处于领先。因此,应当创建“汽车+AI”的应用技术科技创新体系,提供我国智能网联汽车的竞争力。

中科院自动化所复杂系统管理与控制国家重点实验室主任王飞跃研究员则用一个形象的例子描述了当前汽车业界对智能驾驶的追捧和推荐。王飞跃早年在美国从事智能车研究。他曾经在某大学协助开发了VISTA智能车,并在凤凰城开展了相关测试。但当年这项工作并没有得到企业及相关研发机构的重视,后来从事该智能车研究的三个人相继离开。前一段时间,他前往美国福特公司作相关报告,发现接待他的人当中有一个是当年和他一起做智能车研究的同事,原来福特汽车正在加速布局智能驾驶,为此专门准备了一座崭新的大楼给智能车的研发部门使用,而这个当年的同事正是福特不久之前挖回来的研究人才。“可以说,美国的汽车生产厂家现在高度重视智能驾驶的研发。”王飞跃说。

## 智能驾驶仍然面临挑战

相较于国外,中国对智能驾驶也高度重视,并且早就开始了布局。

“中国早在上世纪80年代就开始进行智能车的研究,并且于2009年在基金委的支持下创办‘中国智能车未来挑战赛’,连续9年的大赛极大地促进了我国在智能车辆技术方面的研究,促使我国未来智能汽车技术和产业上的原始创新。”郑南宁介绍。

基金委信息科学部副主任李建军也表示,9年前,国家自然科学基金委发起中国智能车未来挑战赛,到今年是挑战赛的第九个年头。正是在挑战赛的推动下,我国无人驾驶技术不断加速,持续追赶世界领先水平,才有了今天中国无人驾驶汽车研究的“百家争鸣、百花齐放”。中国无人驾驶技术在中国智能车未来挑战赛的推动下逐步走向成熟。

但同时,我们也必须清醒地意识到,智能驾驶在诸多方面还面临着挑战,因此还没有到进入寻常百姓家的阶段。

郑南宁认为,当前,自动驾驶技术还存在5大挑战。首先是感知周围环境的挑战。因为智能车必须在所有条件下检测道路特征,无论天气或者照明情况如何,都必须在不断变化的场景中作出安全的响应。目前这方面还存在一些问题需要克服。其次,是行为理解的挑战。自动驾驶必须能够理解预行为,人类驾驶员都是根据预行为传达行驶意图的,但是目前的自动驾驶技术很难揭示细微的预行为。第三,是意外境遇的挑战。人类驾驶员可以根据身体语言和其他语境线索来理解交通情境,但目前的自动驾驶技术很难解释异常情况,如交警的手势等等,“而由计算机来判断一个孩子是否即将闯入道路是很难的”。第四,是人车交互的挑战。自动驾驶必须以自然的方式与人类交流,要实现车辆与乘客的无障碍交流,并且通过交流使自动驾驶系统能理解并回答乘客提出的相关问题等等。第五,是网络安全的挑战。通过云端获取和更新地图的自动驾驶将面临更大的风险,因为越来越多的计算渗透到人们使用的智能终端中,可以想象会有黑客入侵智能汽车进行敲诈等行为的产生。

## 应对智能驾驶保持开放态度

专家认为,目前,智能驾驶已经可以用于一些点对点的驾驶,或者特定场景的用途。比如,在线路固定的机场巴士等领域,无人驾驶



郑南宁在论坛上发言

论坛现场

论坛现场

论坛现场

论坛现场

论坛现场

论坛现场

论坛现场

论坛现场

论坛现场

论坛现场

论坛现场

论坛现场

论坛现场

论坛现场

论坛现场

论坛现场

论坛现场

论坛现场

论坛现场

论坛现场

论坛现场

论坛现场

论坛现场

论坛现场

论坛现场

论坛现场

论坛现场

论坛现场

论坛现场

论坛现场

论坛现场

论坛现场

论坛现场

论坛现场

论坛现场

论坛现场

## 基金成果

## 基金委与意大利相关机构签署协议

国家自然科学基金委员会(以下简称基金委)主任杨卫院士近日会见意大利教育、大学与科研部部长瓦莱里娅·菲黛利(Valeria Fedeli)女士及代表团一行。

杨卫对代表团的来访表示欢迎,并介绍了基金委基本情况以及与意方在量子技术与暗物质、石墨烯、城市循环经济、个性化医疗及慢性病等领域的合作。菲黛利部长高度评价基金委与意方的合作,表示期待双方拓展新的合作领域、加强在知识产权方面的合作。

会谈结束后,杨卫代表基金委与意大利国家研究委员会主席马西莫·因古西奥(Massimo Inguscio)签署《中国国家自然科学基金委员会与意大利国家研究委员会合作框架协议》,与意大利驻华大使谢国谊(Ettore Sequi)签署《中国国家自然科学基金委员会与意大利外交与合作部关于联合资助合作研究项目的声明》。

## 中德科学中心 召开第二十届联委会

近日,中德科学中心第二十届联委会在青岛举行。会议由本次联委会执行主席、基金委副主任何鸿鸣主持,中德双方联委会委员及其代表,以及来自基金委、德国科学基金会和中德科学中心的共23位代表参会。

何鸿鸣和德国科学基金会秘书亦君(Dorothee Dzwonnek)秘书长首先介绍双方机构的新进展和新动态。随后,何鸿鸣就中方对中德科学中心未来发展战略定位以及资助体系调整方案作了主旨报告,双方委员就此充分交换意见并就相关定位以及资助体系调整框架达成初步共识。同时,双方委员听取并审议通过中德科学中心2016年度工作报告、财务报告和审计报告,审议中德科学中心2018年度预算,并对中德科学中心提出的有关议题进行讨论并作出决议。

## 航天先进制造联合基金 举行年度评审

国家自然科学基金委员会—中国航天科技集团公司航天先进制造技术联合基金(以下简称航天先进制造联合基金)年度评审会近日在北京举行。

来自全国高校、科研院所和航天部门的22位专家按照研究领域和方向对上会项目进行评审。经专家投票表决和航天先进制造联合基金管理委员会审定,2017年度资助重点支持项目14项,培育项目13项。

航天先进制造联合基金由国家自然科学基金委员会和中国航天科技集团公司共同设立,旨在发挥国家自然科学基金的导向和协调作用,促进产学研结合,吸引和调动社会资本资源开展以航天先进制造技术发展为背景的相关领域基础研究,提高中国航天制造业自主创新能力。

## 空间科学卫星联合基金 年度评审结果出炉

近日,基金委数理科学部在北京召开国家自然科学基金委员会—中国科学院空间科学卫星科学研究联合基金(简称空间科学卫星联合基金)评审会议。

基金委数理科学部常务副主任孟庆国指出,评审专家要注重申请项目的原创性,考察已发射的3颗科学卫星后续成果产出,切实体现联合基金资助的作用。评审过程中重点考察项目与指南的相关性,综合考虑计划布局和自由申请项目。

经过专家组会议评审,针对暗物质粒子探测卫星、实践十号返回式科学实验卫星、量子科学实验卫星3颗空间科学卫星的申请项目,投票遴选出11项重点支持项目和42项培育项目。

## 双清论坛聚焦 合成生物学研究前沿

基金委第193期双清论坛近日在上海召开。本期论坛的主题是“合成生物学”研究前沿与进展,由基金委生命科学部、化学科学部和政策局共同主办,上海交通大学承办。论坛主席由上海交通大学邓子新院士、中国科学院上海植物生理生态研究所赵国屏院士、中国科学院生物物理研究所张先恩研究员联合担任。

会上,与会专家凝练了未来3-5年的重点资助方向,包括生物元件及隐性生物合成途径的挖掘与表征、智能元件及生物合成体系的设计和定向进化、功能分子人工合成通路及其与底盘的适配性、智能化环境影响的合成生物体系、基于合成生物体系的生物学机理研究,人工合成生物体系新模式的塑造以及人工生物体系构建与运行的新技术新方法等。

(本栏目由朱纯清供稿)