

装上脑机接口 让动物“听懂”人话

山东科技大学深耕动物机器人研究领域 通过智能机器传感让老鼠、鸽子、蟑螂等听从指令行动

正青春
青岛高校故事汇

近日,在青岛消防支队,一场特殊的测试悄然展开。在一个约10平方米的模拟灾后场景中,一只背着“电子背包”的“机器人蟑螂”在狭窄的甬道中敏捷穿行,可灵活避开石块、木板等障碍物。这一幕犹如科幻电影片段的情景,正是出自山东科技大学动物机器人研究团队之手,团队成员一边操控着“机器人蟑螂”行进,一边通过其头部的单目摄像头接收蟑螂“第一视角”的画面。

钻研动物机器人20余年

这不是山东科技大学研发的首个动物机器人。20余年来,学校机器人研究中心科研团队深耕动物机器人领域,接力创造了多项科研突破,为智能机器人技术的发展开拓了新路径。

山东科技大学动物机器人研究始于20世纪90年代末。当时,山东科技大学教授苏学成在研究“四周履带式蛇形机器人”时意识到,传统机电式微小型机器人面临“能源有限”和“能力受限”两大瓶颈,由此萌发了以动物替代机电机器人的构想,尝试用数十微安级的微电流刺激动物脑区,令其感到兴奋或高兴而跑动。

2005年,苏学成团队研制出国内首只“机器人鼠”。然而,由于老鼠天生胆小,“机器人鼠”在实际应用中作用并不大。怎样让动物机器人实现更大的活动范围和应用空间?苏学成苦苦思索,一只在天空中翱翔的鸟儿给了他灵感。于是,苏学成团队开始将鸽子作为研究对象。他们将微电极植入鸽子的脑部神经区域,需要进行人为控制时,就将刺激发生器插到露在鸽子脑外部的插座上,鸽子变成受人控制的“机器人鸟”。

首例“机器人鸟”诞生

2007年,世界首例可实现飞行控制的“机器人鸟”在山东科技大学诞生。

研究团队在家鸽的脑中植入微电极,再装上刺激发生器,原本四处飞翔的家鸽立即变成了受人控制的“机器人鸟”。如何让鸽子“听话”?记者了解到,科研人员需要给鸽子安排一场手术。先将鸽子麻醉,将微电极植入其脑中。植入的位置根据需要而定,都是特定的神经核团。术后经过7天的康复,“机器人鸟”就随时可以投入实验了。实验的鸽子中有家鸽,也有信鸽。实验时,将一个微刺激发生器插入鸽子头部的电源,电脑发出指令,鸽子就可以根据指令做出相关的动作。平时,这些鸽子就如同普通的信鸽、家鸽一样在鸽笼里生活,甚至繁衍后代。曾经有一只“机器人鸟”在山东科技大学的实验室里孵出了一只小鸽子。这项研究从脑机接口入手,通过电刺激精准调控鸟类飞行行为,使家鸽“听懂”了人话,为动物机器人研究奠定了技术基础。

搜救的好帮手

失败的鸽子会不会受到电极的影响而死去?“这种影响微乎其微,即使



苏学成(中)和团队成员探究“机器人鸟”。



槐瑞托团队成员对“机器人蟑螂”展开实验。

电极不能去掉,也不影响它们生活。”苏学成表示,“失败的英雄们”也能生活得很惬意,有的还当了“鸽妈妈”,孵出了小鸽子。

“机器人鸟”有什么作用呢?“在听到人类给出的指令后,它可以做出起飞、盘旋、转向、前进等各种动作。”苏学成表示,“机器人鸟”的实用价值很高,野外寻人等任务都可以依靠它来实现。除了搜救,“机器人鸟”对于生态学的研究更是好帮手。它除了头上多顶“皇冠”,其他跟一般鸟类一样,可以带上微型相机等,记录下最真实的动物世界。此外,在国家安全、探测、空中摄影、投递、人类无法到达区域的探查等领域,都可以发挥无法替代的作用。

指挥鸽子完成各种动作

“‘机器人鸟’的行动可受远程控制,它们无需训练就能依据技术人员的指令改变飞行方向,显著优于需长期调试的传统机器人。”苏学成介绍,团队独创了“主动逃避”控制原理,还成功解析了鸽子的脑电波,开发出一套信号编码与传输系统,使技术人员能像操控无人机一样指挥鸽子完成起飞、转向、盘旋等动作。苏学成表示,“机器人鸟”展现了脑机接口技术在动物控制领域的巨大潜力,其最突出的优势在于“即做即用”。任何健康的鸽子植入电极后均可即时响应信号,这大幅提升了动物机器人的实用性与部署效率,适合规模化应用。

链接

昆虫机器人应用潜力大

昆虫机器人因其出色的运动能力、灵活性高、隐秘性强等特点,在灾害救援、工业检测、军事侦察、科学考察和特种工程等领域展现出巨大的应用潜力。特别是在地震废墟搜救、危险环境勘测、密闭空间探索等人员难以到达或存在安全隐患的场景中,昆虫机器人能够有效降低人员风险,显著提升作业效率。通过电刺激等方式控制昆虫的运动行为,具有能耗低、负载能力强、环境适应性好等优势。

/延伸/

20分钟就能制作一只“机器人蟑螂”

在山东科技大学,科研人员对动物机器人的探索从未停步。近年来,学校副教授槐瑞托团队将目光投向更具挑战的昆虫机器人领域,成功研发出新一代动物机器人——“机器人蟑螂”。

槐瑞托表示,之前昆虫机器人的控制方式主要依赖人工操作,“实验人员通过观察昆虫的运动状态来手动发送控制指令,不过这种方式存在不少问题。首先,人工控制的实时性和准确性较差,难以应对复杂环境中的突发情况;其次,昆虫机器人缺乏对环境的自主感知能力,自身无法有效避开障碍物;再次,实时运动轨迹的记录和分析方法在昆虫机器人应用较少,不利于控制策略的优化。”槐瑞托介绍,为提升昆虫机器人的环境感知能力,有研究者尝试在昆虫背部搭载各类传感器,然而,由于昆虫体型小、负载能力有限,传统的深度相机、激光雷达等设备体积较大、重量较重,难以实际应用。此外多数研究仅关注单一功能的实现,缺乏将环境感知、自主避障和轨迹记录等功能有机结合的综合性解决方案。

相较于前代研究,槐瑞托团队研发的“机器人蟑螂”核心突破在于其高度集成的生物神经调控系统。整套控制系统被集成于一枚微型“电子背包”中,几乎不影响蟑螂正常活动。通过这枚“电子背包”,操作人员可实现对蟑螂行动的直接调控。

槐瑞托介绍,团队利用自主开发的蟑螂手术制备平台,将电极植入手术效率提高6倍,成功率提升至99%。他们还研制出独特的蟑螂“普通话”刺激信号,使其能准确响应指令,实现遥控、监控、避障等多种功能。“我们能在20分钟内制作出一只‘机器人蟑螂’,成本仅约45元。它们单次可持续运行50分钟,存活期可达3个月。”参与项目研究的山东科技大学学生田鸿超说,“电子背包”历经3次迭代,图传延迟低于300毫秒,控制距离超过百米。

目前,槐瑞托团队已与中国电科网络通信研究院等单位展开合作,搭载微型传感器的“机器人蟑螂”在测试中表现稳定,获得合作方的认可。“‘机器人蟑螂’在狭小空间探测、隐蔽侦察等领域具有广泛应用前景,未来有望发挥重要作用。”槐瑞托说。

多年来,山东科技大学一直致力于智能机器人的研究,学校副校长陈绍杰表示,“学校将继续聚焦脑机接口等关键技术,将机器人研究领域的传统优势与人工智能等前沿技术深度融合,超越传统‘遥控’模式,打造能在复杂动态环境中自主感知、决策和执行任务的全新一代智能体。”