

国产机器人完成自主手术“首秀”

●本报记者 刁雯蕙

手术机器人被誉为机器人产业“皇冠上的明珠”,作为医生的“辅助工具”已完成了数百万次微创手术。那么,手术机器人能否“脱离”医生的控制,自主完成手术呢?

近日,香港中文大学一个多学科研究团队成功研发出基于人工智能(AI)驱动的手术机器人自动化技术,并将该技术集成于国产机器人中,在活体猪模型上实现了组织牵拉、纱布抓取、血管夹闭等多项自主手术操作。相关研究成果发表于《科学-机器人》。

据介绍,这是全球首例多功能手术自动化的活体动物验证,为自动化手术机器人领域提供了数据驱动的纯视觉解决方案。

给手术机器人装一双“慧眼”

当前,外科手术机器人仍需医生操控。以腔镜手术为例,医生坐在控制台上,除了一只机械臂放置内窥镜外,需要用两只手操控三只机械臂,并通过脚下按键频繁切换控制。而自动化手术机器人往往依赖额外的传感器输入,或基于人工预定义的规则和模型,大大限制了临床应用。

在这项研究中,团队利用AI技术,研发出手术机器人自动化的具身智能技术框架。该框架整合了机器视觉模型、强化学习和视觉伺服控制技术,无需额外传感器就能实时分析内窥镜图像,确保手术任务实现精准、高效、安全地自主操控。其中,基于基础模型的视觉感知系统能准确理解并深度估计各种手术场景。

论文通讯作者、香港中文大学计算机科学与工程学系助理教授窦琪介



研究人员使用手术机器人开展手术任务自动化的活体动物验证。
受访者供图

绍,相比现有自动化手术机器人,团队有两个技术创新点。一是临床可用性。与以往采用额外传感器的复杂方法不同,他们采用了纯视觉技术方案,依靠标准的双目视频就能实时准确理解手术场景,为自动化手术机器人装上一双“慧眼”,在临床上更易使用。二是通用性。以往基于模型驱动的自动化方法针对特定动作建模后难以迁移,研究团队则采用数据驱动的交互式学习方式,通过矩阵实现通用性,能适配不同的手术场景,完成不同的手术任务。

研究团队将该技术集成至合作企业康诺思腾的腔镜手术机器人中,并在香港中文大学医疗机械人创新技术中心开展活体猪多功能手术自动化验证,集成的腔镜手术机器人成功完成了血管夹闭、组织牵拉、纱布抓取等多项自主手术操作,进一步推动自主手术从概念向临床迈进。

多学科合作,打破知识壁垒

2020年,在英国帝国理工大学结束博士后工作后,窦琪回到母校香港中文大学,建立实验室,在手术机器人自动化领域开展研究。

那时,AI和手术机器人两个研究领域可以说是“各自为营”。“开展这项研究时,我们没有太多可供参考的案例,几乎是从零开始。”窦琪回忆,随着AI技术浪潮的到来、机器人具身智能概念的提出,团队尝试运用交互学习开发手术机器人自动化技术。

然而调研发现,并没有适配AI技术的手术机器人模拟器,学科壁垒给研究带来了极大挑战。

为此,窦琪带领团队自主研发了手术机器人的具身智能数字孪生平台SurRol。手术机器人自动化技术在这个模拟器上完成训练后,便能直接将技术迁移到现实中的手术机器人平台。目前,SurRol已向全球手术机器人研究社群开源,进一步助推自动化手术机器人发展。

2021年,窦琪团队与康诺思腾开启产学研合作,对平台开展软硬件验证工作。两个团队不断提高手术机器人自动化技术的精准性,为后续活体动物实验奠定了坚实的技术基础。香港中文大学医学院团队加入后,活体动物实验得以顺利开展。在这个过程中,项目慢慢集结并培养了机器视觉、强化学习、工程学、医学等背景的人才,建立了手术机器人领域的多学科交叉团队。

“医疗机械人创新技术中心提供了工程创新与临床应用协同发展的独特生态,加速了从实验室概念向临床前研究转化的进程。这项医工交叉的研究成果展现了AI辅助系统在外科手术

领域的革新潜力。”香港中文大学医学院院长赵伟仁表示。

外科医生的“第三只手”

一段时间以来,国内外手术机器人研究取得了不同程度的突破。例如,今年7月,美国约翰斯·霍普金斯大学的研究人员在《科学-机器人》发文称,他们研制出一个利用AI自主完成胆囊切除手术步骤操作的机器人。相比之下,香港中文大学团队的手术机器人自动化技术展现出更强的通用性,可自主实现多项手术任务操作。

尽管已有一系列突破,“让AI独立完成整套手术仍不现实”。窦琪表示,应做到鼓励与监管并进,在规范的框架下有序发展自动化手术机器人。

“事实上,让AI手术机器人成为医生的‘第三只手’大有可为。”窦琪说,研究手术机器人自动化技术的目标就像实现汽车的“辅助驾驶”功能。当医生利用两只机械臂进行复杂手术操作时,AI机械臂如果能自动承担牵拉、止血等辅助任务,将减轻医生频繁切换器械的负担,提高手术效率。

“自动化手术机器人从实验室到手术室的距离比想象的更近。”窦琪预测。目前研究团队已开展多轮动物实验,稳步推进临床转化。未来,他们将进一步围绕手术机器人的个性化协同和功能升级开展探索,让AI手术机器人学习不同外科医生的操作习惯,优化人机交互体验,真正成为医生的智能伙伴。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1126/scirobotics.adt3093>

电压门控阴离子通道首次实现从头设计

本报讯 近日,西湖大学遗传物质表达与重构全国重点实验室研究员卢培龙团队联合西湖大学讲席教授李波、研究员黄晶等团队,首次实现了电压门控阴离子通道的精确从头设计。相关研究成果发表

于《细胞》。

离子通道在神经传导、肌肉收缩和细胞信号转导等关键生物学过程中发挥重要作用,但从头设计电压门控离子通道面临多重挑战。该研究在世界上首次实现了电压门控

阴离子通道的精确从头设计,让这个人工通道不仅像天然离子通道一样“能开、能关、能筛选”,而且“能调控”。与此同时,研究人员还首次完成了人工设计跨膜蛋白质的体内实验,在小鼠模型上验证了这个

人工通道对小鼠神经元活动的调控,实现了蛋白质设计领域的一次重大突破。

该成果不仅表明科学家已具备从头设计具有“动态开关”功能的跨膜蛋白的能力,也证明此类人工蛋白可在活

体动物中发挥生理作用,标志着人工智能驱动的生物分子设计向实际应用迈出了关键一步。

(孟凌霄)

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1016/j.cell.2025.09.023>