



细胞簇自发的复制运动路线。

▲第三代Xenobot和松散干细胞组成的聚集体,这种异种机器人长得像“吃豆人”。

▼电子游戏中的“吃豆人”形象。

# 啥?机器人能自己偷偷“下崽”?

## 全球首个可自我繁殖活体机器人问世,惊喜还是惊吓

齐鲁晚报·齐鲁壹点记者 于梅君

### ■ 异种机器人来了,长得像吃豆人

近日,来自美国佛蒙特大学、塔夫茨大学和哈佛大学的研究团队研发出有史以来第一款可自我繁殖的活体机器人——Xenobots 3.0,其外观酷似电子游戏《吃豆人》中的“吃豆人”,能够一边“吃掉”其他细胞,一边实现自我复制。该研究结果发表在11月29日《美国国家科学院院刊》上。

其实,从诞生到现在,Xenobots已经历了从1.0到3.0的升级进化,实现了从简单行走到了自我发育繁殖。

去年1月,研究团队用非洲爪蟾早期胚胎中的皮肤和心脏细胞,创造出全球首个活体机器人“Xenobots(异种机器人)”。从基因组织上来看,活体机器人的本质是青蛙——100%由青蛙的DNA组成,但它们却不是青蛙,而是机器人。

这种“活体机器人”拥有两条“短腿”,并能依靠自主力量朝目标移动,即便被损坏或撕裂,也能自行修复,耗尽能量前能独立移动约一周。研究者说:“我们把机器人切成两半,结果它不仅能把自己缝合起来,其后还能继续活动。”

今年3月,Xenobots 2.0活体机器人问世,其外层细胞能长出纤毛,可在不同环境中移动,且速度更快。第二代Xenobot能比第一代多活3—7天,且科学家还

首次赋予它记忆能力。

他们在Xenobot的细胞植入一个会发绿光的荧光蛋白。如果被波长400纳米的光照射,这种荧光蛋白的结构会发生改变,开始发红光。这是一个简单的光控开关,Xenobot被照射后能改变发光颜色,这也显示它记住了被照射的信息。

此次全新升级的Xenobots 3.0仅有毫米宽,既不是传统的机器人,也不是一种动物,而是活的、可编程的有机体。

研究人员发现,如果将足够多的异种机器人放置在培养皿中彼此靠近,它们会聚集并开始将其他漂浮在溶液中的单个干细胞堆叠起来。

于是,多达数百个干细胞在如同吃豆人形状的“嘴”中,组装了“婴儿”异种机器人。几天后,这些“婴儿”就会变成外观和动作都跟母体一样的新异种机器人。这些新的Xenobots再次出去寻找细胞,并建立自己的“副本”,就这样周而复始,不断复制。

为了让异种机器人在此类复制中更有效,研究人员利用人工智能技术测试了数十亿种体型,表现最好的是一种形似“吃豆人”的Xenobot,平均能延续3代,比球形Xenobot多了1.5倍,且其产生的“后代”直径也比球形Xenobot的后代大50%左右。

### ■前所未有的“生娃”方式

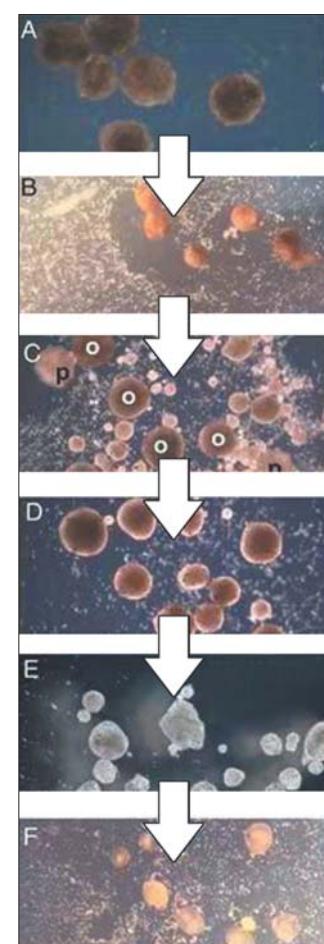
生物的繁殖方式可分为无性生殖和有性生殖。但无论是细菌分裂,还是动物通过精子和卵子结合的方式,都有一个共同特征:需要依赖内部环境。简单说,就是内部积累了足够资源后再分裂。例如,1个细菌需要积累完资源才能分裂成2个,而精子和卵子的形成、成熟,以及受精卵的发育也是如此。

相比之下,病毒的繁殖方式比较特殊,它并不依赖自身,而是通过控制外部环境的资源为己所用——也就是通过入侵细胞后控制和夺取资源。这种方式十分类似于科学家对未来机器人复制方式的畅想。

而这次,最新的Xenobot初步实现了这个畅想,科学家将这

如果有一天,机器人也能生娃,世界会变成什么样?这还真不是异想天开,美国科学家已研发出“有史以来第一个可繁殖的活体机器人”。

你或许听说过制造机器人、组装机器人、3D打印机器人,但听说过“繁殖机器人”吗?数十年来,地球上的生物体已进化出多种繁殖方式,如今机器人也能自己“生娃”,网友惊呼:难道机器人统治时代真要来了?



细胞自发的运动自我复制过程。

我们研究机器人,最主要目的是让它们自动完成一些任务。对生物机器人而言,最主要的应用就是“带货”,比如给癌细胞带点药,让它们稀里糊涂被毒死。

怎么才能制造生物机器人呢?科学家首先瞄上了DNA。DNA具有自我折叠特性,可以像玩折纸游戏一样,自行折叠和组装成形状各异的二维图案或三维空间结构,如五角星、笑脸及立方体等,被认为是理想的带药载体。

国家纳米科学中心与国外课题组合作,在医学纳米机器人肿瘤治疗中取得进展。研究人员发展了基于超分子自组装的DNA纳米机器人,可以用于活体运输凝血酶进行肿瘤治疗。当

### ■ 机器人统治时代要来了?

活体机器人自去年诞生时,已在科学界引起伦理上的争议。此番学会自我繁衍的消息一出,更是引来舆论一片哗然。人造生命学会自己“生孩子”,潘多拉的魔盒是否就此打开?更有网友直呼“机器人统治时代要来了”。对此,研究人员认为大可不必如此紧张,“这些活的‘机器’只有毫米大小,它仅限于实验室,可以轻易地被销毁。”

研究者称,Xenobots细胞可以在室温下存活,在没有任何外部食物储备的情况下,最多能存活10到14天。如果没有为这个系统提供丰富的青蛙干细胞来源,这个系统就会崩溃,细胞14天后就会分解掉。所以,没有外界帮助,这种细胞是无法繁殖的。而且,这些机器人完全被限制在实验室中,是可生物降解的。

研究者指出,Xenobots自我繁殖现象在某种程度上是短暂的,自我复制只能持续1—2代,不能无限期繁殖。

### ■ 未来或可用于医学、微塑料降解等

现在的Xenobot还很原始,就像上世纪40年代刚开发出的计算机,没任何实际应用。不过,科学家或许可以得到不少启发。

创伤、出生缺陷、癌症、衰老等困扰人类的问题之所以存在,是因为我们无法预测和控制细胞的群体行为。而当科学家更深入地理解像Xenobot这样的可重构有机体后,或许就能更精准地控制细胞行为。

研究人员表示,这种分子生物学和人工智能的结合,可能会被用于人体医学和地球环境中。

### ■相关新闻

#### 并非机器人那么简单 生物机器人

DNA纳米机器人到达指定的肿瘤血管时,纳米机器上的“锁”识别特异标志物而发生结构变化,打开机器,暴露出内部装载的“药物”,进而实现诱导栓塞的功能。

由于DNA纳米机器人具有强大的活体运输和响应识别功能,可以作为智能化的给药平台,将多种药物实现联合高效速递,有望对传统难以成药的物质(如毒素、蛇毒蛋白等)实现有效包载和智能递送,进而推动全新抗肿瘤药物的开发,在纳米药物领域具有广阔的应用前景。