



本报记者 马亚宁

每周二下午,家住嘉定外冈镇的吴老伯都会前往社区医院,借助机器人做康复训练。“前年我因脑中风落下了半身不遂的毛病,如今已经能走路啦!”吴老伯一边说着,一边兴奋地站起身来,走了几步展示。他身旁,一台刚刚按下暂停键的傅利叶外骨骼机器人,停住了直立行走的脚步,犹如一副钢铁侠的机甲,威风凛凛。“这要放在十年前,别

说找机器人做康复,护工也很难请到。”巧的是,老人随口说的十年前,恰是上海傅利叶康复机器人的起点。2015年,在远没有一点新赛道痕迹的智能机器人领域,几个年轻人窝在上海张江,用“硬科技”之刀雕琢出了第一台外骨骼机器人样机。十年间,机器人产业洪波涌起,“外骨骼”创业者披荆斩棘,为它找到了一条解决医疗康复领域缺人少“药”问题的产业新赛道。



杨志豪演示下肢外骨骼机器人

将「玩机器人」进行到底

上海傅利叶开疆拓土创造医疗康复产业新赛道

让机器人成长为得力伙伴

2016年,刚在英国提交完毕业论文的杨志豪回国休假后,打算继续留学攻读博士。偶然间,他看到了傅利叶创始人顾捷发表的一篇有关外骨骼机器人的论文。“这不是正与我研究生期间的创新研究高度相似嘛!”那一刻,深藏“自研梦”的心,怦然而动!他当即买上一张高铁票,冲到上海张江,见到了论文里的外骨骼机器人以及它的创造者们。本科学机械工程、研究生读生物医学工程的专业敏锐,让他确定,梦想开花的地方就在这里——他成为了傅利叶的第11号员工。

走进傅利叶,创始人团队执着于用机器人改变生活的热情和务实,让杨志豪着迷。那篇吸引他走进傅利叶的论文作者顾捷,正是傅利叶的创始人。大学时代的顾捷就曾“做梦”,用机器人给残疾人插上康复的翅膀。2002年,还在上海交通大学读本科的顾捷,参加了全国首届机器人创新大赛。他和团队同学超越惯常思维设计的投篮机器人,赢得了最佳创意奖。而傅利叶的集团副总裁周斌,也正是当年一起玩机器人的清华理工男。

然而,那些年的机器人,就像一个老套的科幻梦,似乎只能停留在小男孩的玩具箱里,离开校园走进生活,靠“机器人”赚钱太难了!顾捷、周斌和他们的机器人小伙伴们,却偏偏不改初心,要将“玩机器人”进行到底。2015年7月份,技术直男们干脆以科学家的名字为名,创立上海傅利叶智能科技有限公司。在张江,创办了上海首家外骨骼康复机器人创业企业。

当时,外骨骼机器人在全球范围内尚处于起步阶段,屈指可数的几台样机,大多深居全球顶尖大学的实验室里。“其中一台,就在我们团队不足百平米的试验场里。”这让初入傅利叶的杨志豪兴奋不已,一心想着要靠自己的双手做出点创新技术。在傅利叶,他全身心投入康复机器人的产品研发工作。

公司创业早期,杨志豪和小伙伴们一起围着外骨骼机器人样机团团转。从设计、装配,到写方程、算“数学题”,再到寻找新材料,打磨零部件、接洽商务,对接产业链,杨志豪几乎成为机器人领域各个岗位上的“多面手”。为了测试产品性能,他还亲自当“患者”。初代机器人只是个钢铁骨架,有一次,他刚穿上就被狠狠“熊抱”了一下,直接被绊倒在地。但他顾不上疼,爬起来就和团队讨论改进方法。外骨骼机械构架重心偏高,和人体运动重心不匹配,运动时很不稳定。杨志豪和团队其他成员一起查阅大量资料,运用生物力学、运动生物学等知识,反复尝试。他们发现在人从坐姿位到站立位的过程中,髌关节执行器经常带不动,尤其是在遇到体重较大的患者时。但大家没有放弃,一起改进设计,加大电机扭矩,还深入研究人体起身动作原理,在草稿纸上反复推算。

“当时我们完全是依靠草稿纸和简单的仿真软件,反复推算、验证,经过大量计算和模拟,才确定了最优的起身角度和执行器发力顺序,成功攻克了一系列难题。”杨志豪记忆犹新地说。

傅利叶展厅内的外骨骼机器人 本版摄影 本报记者 陶磊



对于硬科技创业而言,科技还不是最难啃的“硬骨头”,开疆拓土创造产业新赛道才是真正的挑战。“全球领先的外骨骼机器人一代二代样机在试验场里诞生,它们虽然炫酷吸睛,但推向市场后究竟能发挥什么作用呢?”在产品定位上,上海傅利叶创业团队经过了一番深度求索。

“我们打造的康复机器人,是要真正能解决人们生活困境和难题的!”在傅利叶看到,医疗康复存在着大量未被满足的需求。众多因残、因病导致下肢残障的患者,往往需要以月甚至年为单位的持续康复治疗。但医疗康复领域存在严重的人员缺口,平均三个康复师才能满足一位患者的康复需求,这让康复治疗成为患者和医院共同面临的难题。经过深

近年来,我国外骨骼机器人产业市场蓬勃发展。傅利叶携外骨骼机器人在医疗康复领域的广泛覆盖和快速成长,让更多科技创业者和投资者看到了外骨骼机器人的巨大潜力。越来越多的资本和企业涌入外骨骼机器人新赛道,推动了康复医疗服务、远程康复监测等相关新兴产业的发展,以及消费级外骨骼机器人的踊跃出现。例如,满足特定应用场景的登山机器人产品有望于近期上市。

这其中,最具硬核算含量的医疗康复类外骨骼机器人也在不断拓展,患者需求持续升级。仅仅依靠智能康复产品提升康复治疗效率,已无法满足未来康复技术的发展需求。2023年6月,傅利叶推出了伽利略人体运动量化研究与康复系统,通过该系统实现一系列模拟真实生活场景的康复训练。

据介绍,伽利略系统集成了三十多种功能模块,通过模拟视觉、听觉、嗅觉等虚拟现实环境,对用户施加

专注于解决临床痛点

思熟虑,他们决定调整方向,将产品定位为医疗康复机器人,专注于解决临床痛点。

其中,脊髓损伤和神经损伤患者群体对康复治疗的需求更为迫切。积累众多核心技术的傅利叶外骨骼机器人聚焦发力,在神经损伤患者康复领域,精心研发出不同的解决方案。2017年3月,发布首款外骨骼机器人 Fourier X1; 2018-2019年推出X2版本,并持续迭代升级。在升级过程中,产品不仅减轻了重量,还逐步采用国产执行器替代进口设备。

凭借前沿科技成果,解决行业内的难点和痛点,国内外骨骼机器人的产业新赛道从无到有,日渐清晰。近年来,傅利叶外骨骼机器人产品迅速走向市场,在医疗康复市场崭露头角,已成功覆盖上海多数

奔跑在产业最前沿

“刺激”——进行信号输入。然后,采集用户对刺激的反应,包括心率、心电、血氧、代谢等各项生理指标,最终形成一整套根据每个人的生活环境、社会属性展开针对性的康复训练,帮助患者尽快回归正常生活与社交。“这些训练会细化到逛超市、乘坐交通工具、登山等无数个具体场景中,康复机器人将陪伴患者共同适应各种场景,直到健康彻底回归。”而且,伽利略系统还基于《黑神话:悟空》同款的虚幻5引擎进行场景开发,能将城市街道、地铁等场景通过呈现出高度逼真的三维效果,实现沉浸式康复模拟训练。

在研发和推动外骨骼机器人发展的过程中,另一个更前沿、更大胆的技术赛道,在傅利叶心中萌芽、长大。在进行外骨骼机器人的研发过程中,傅利叶积累了大量的核心技术和设计理念,与双足人形机器人的技术具有一定共通性,因此也为公司向通用人形机器人技术的转型发展奠定了基础。

例如,集成了电机、减速器、编码器和控制器于一体的高性能执行器,不仅满足了外骨骼机器人轻量化和不同尺寸需求,也是傅利叶 GR-1 人形机器人的核心零部件,展现出上海人形机器人

社区卫生服务中心,成为下肢康复训练的重要设备。众多患者借助这些设备,重新燃起了恢复行走能力的希望。目前,傅利叶外骨骼机器人板块,已经形成了覆盖全周期、全系列和全功能的智能康复产品矩阵,助力中国机器人康复智能设备不仅深入基层医疗,更走向国际市场。

“一方面,我们积极拓展全球海外市场,比如成立新加坡海外事业部。辐射欧洲、东南亚和北美市场;另一方面,赋能上海社区卫生服务中心,同时深入甘肃玉门等偏远地区的基层医疗机构,满足居民两公里范围内的康复需求,让居民在家门口就能进行康复训练。”伴随着外骨骼机器人的技术发展和新赛道成熟,杨志豪也已成长为傅利叶康复创新项目产品总监。

企业引领性的技术实力;在运动控制算法上,从外骨骼机器人基于力反馈的运动控制算法,到人形机器人基于强化学习和预测模型控制技术,不断推动技术创新升级,让人形机器人能够在非结构化地面的稳态行走。

在傅利叶创始人顾捷看来,当技术引领的产业新赛道日益清晰,前沿技术打造的产品不应只是令人眼花缭乱的炫技,或者家中随时闲置的休闲用品。“我们一开始就是奔着研发生活必需品去的,用不断升级的机器人技术打造出解决生活难题的硬核产品!”为此,在外骨骼机器人之外,傅利叶的人形机器人也在稳步推进,朝着产品化的方向迈进,寻找并创造着人形机器人的应用场景。

据傅利叶副总裁周斌介绍,傅利叶人形机器人正在各领域“实习”,“我们主要通过两种方法来训练人形机器人,一种是深度学习,原理与大语言模型类似,就是让机器学习各种已有的经验和数据;另一种是强化学习,让人形机器人进入现实场景,从自己的磕磕碰碰中总结经验,学习长大。”通过这些方式,上海傅利叶创造的人形机器人正逐渐成长为能够替人类分担生活重担的得力伙伴。