

特稿

本报记者 李楚悦 朱雅文 实习生 罗荣芬

# 他们给机器人造“小脑”

余工被自己训练的机器人踢过。每隔一段时间,这位工程师都会穿上动作捕捉服,在办公室里出拳、走路、旋转,做出一系列动作,以测试机器人运动控制算法效果。站在身旁的机器人,以毫秒级的延迟复制他的每一个动作。有一回,伸展空间不够,他踢了腿,机器人照单全收,一记猛踹落在他身上,剧痛让他至今难忘。

但争夺秒地开发、训练机器人仍是他最重要的工作。2025年被认为是人形机器人量产元年,全球出货量约1.7万台,中国企业出货量占全球的84.7%,稳居第一。一时间,行业迎来资本追捧、政策加码、媒体追逐的热闹景象。但一个尴尬的现实浮出水面——这些能跑马拉松、能唱二人转、能后空翻的机器人,真正能“干活”的并不多。

大模型驱动人形机器人做出每个动作都需要消耗大量算力,也限制了业内主流思路的开发进度。因此,当下不少机器人企业都面临着普遍的困境,即完成了基础研究,却很难商业化。在上海浦东,国家地方共建人形机器人创新中心(简称“国地中心”),为了让机器人尽快干活,余工和他的团队另辟蹊径,在大模型接入机器人作为“大脑”之外,给机器人安上了支配动作的“小脑”。

## 给机器人当“老师”

要理解今天的机器人行业正在发生什么,得先回答一个看起来很简单却不能轻易给出答案的问题:为什么一定要把机器人做成人的模样?

在余工看来,机器人产业发展最核心的目的是提高人类的劳动力水平。人类社会的一切基础设施,都是依照人的身体尺度设计的。门把手的高度、楼梯的宽度、方向盘的形状、工具的握持方式,全都是为人准备的。如果是一个四足机器人,就无法完全使用现有的工具。“我希望机器人能用我的工具解决我的问题,而不是我为它专门设计一套方案。”

本质上,这是一个成本问题。如果从许多人期待机器人进入的家庭场景出发,人形机器人也更具备亲近感。“每天早上醒来,面对一个四足机器人,你可能更期待一个人形机器人对你说:主人,早餐已经做好了。”

无论如何,人形机器人要解决的最基本需求是成为没有负担的纯劳力替代方案。那么,什么时候机器人才能真正干活?

“现在机器人的思维能力,整体上还是比较落后的,能做的事情还比较少。”余工说。

如今的AI大模型已经可以写诗、写代码,但把它们装进机器人的身体里,将“大脑”里的“想法”落地成“动作”,是另一回事。“很多人以为,把大模型装进机器人的身体里,机器人就能自己动起来。但中间缺少的一环在于AI如何驱动这个物理身体。”余工解释。

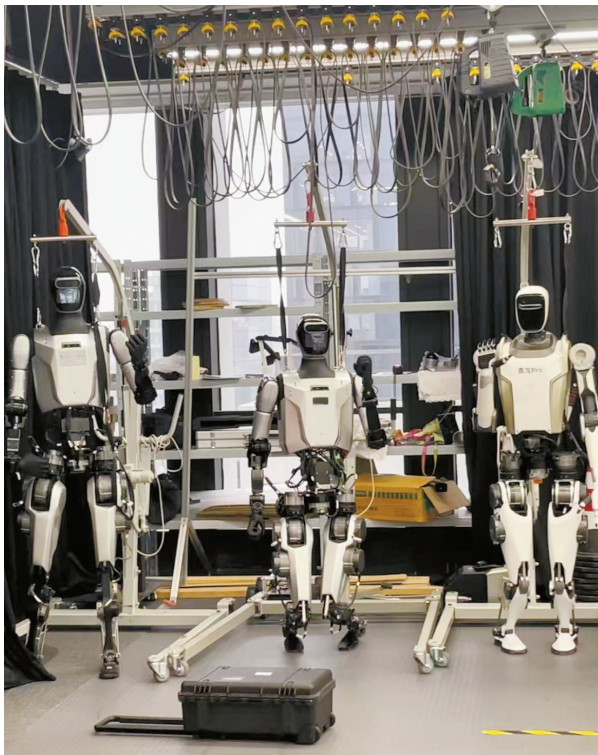
人的身体有几百块肌肉,但在做动作时完全感觉不到自己在控制肌肉,这是因为小脑在底层完成了对肌肉的精细控制。似乎脑海里产生“我要把手抬起来”念头的同时,手就自然地抬起来了。如果想要机器人也遵循这个过程,习得人类的诸多动作,就得收集海量且高质的真实操作数据。最直接的办法是请人类来当机器人的“老师”。

在国地中心,刘强是机器人训练师之一。他每天的工作内容非常固定——穿戴好设备,指导机器人进行上肢训练。最近,刘强正在训练的项目是齿轮收纳,通过一遍遍演示,教会机器人将不同规格的齿轮放进收纳盒内。如何识别、怎么抓起、用多少力,“笨拙”的机器人并不知道,需要手把手教。为了让机器人变得更聪明,他还会在桌面上放一些干扰物,再进行训练。

训练的难度因任务而异。比如,叠衣服这



刘强正在训练机器人。



国地中心里等待训练的机器人。 朱雅文 摄



国地中心训练场外。 李楚悦 摄

项人类最普通的家务,对机器人而言,难度系数相当高。“由于涉及动作细节较多,对关节旋转的要求极为精细,控制需要更加精准,对遥控操作者的熟练度也提出了很高的要求。”刘强解释。

任务难度直接影响到数据的有效性。从前端采集的数据还需进一步校准、识别,再由研发团队运用于机器人的自主训练。之后,在没有训练师介入的情况下,机器人也能通过现有的数据在虚拟环境中独立完成训练。

## 有可能跑通的路径

所有机器人的动作学习,本质上都是“人”教的。通过人类反复演示,然后转化为数据,再用这些数据去反复训练模型,直至其熟练掌握。“人教人,聪明的一遍就会,笨一点的两三遍。但机器人,你得教它几百遍。”余工说,区别在于样本效率高。

有没有办法让训练更高效且低能耗一些?余工团队正在努力尝试的是一种信息量更饱满的数据采集方式。传统的采集,只记录“轨迹”,比如手从A点移动到B点的路径。而通过动作捕捉和远程遥控,可以同时记录下机器人底层电机的控制数据,包括电流多大、扭矩多少、关节角度如何变化、身体倾斜了几度等。

“就像以前你只给了它一个答案,现在你把每一步的推导过程都写下来了。”余工说。这

意味着机器人可以更高效地学会新技能。以前要学100遍的,以后可能10遍就会了。

但新的问题随之而来。“如果让一个大模型直接去控制每一个电机、每一个关节,频率太高。人做动作时,神经信号是毫秒级的,1秒钟可能要决策上千次。这么大的计算量,目前的算力根本扛不住。”余工和团队选择了“分层”的方案:底层相对较小的模型,以非常高的频率去控制机器人的每一个关节,保持平衡、执行动作;上层的大模型只需以较低的频率发出指令,比如“把手放到那个位置”,至于怎么放、用多大力、如何保持身体不倒,底层“小脑”自己解决。“有点像混动。”余工打了个比方,“电池容量没那么大的时候,加一个汽油发动机,电启动,油加速。”

这未必是行业里训练机器人的终极方案。随着硬件发展,未来可能出现完全不同的方案。但在当下,这是一种有可能跑通的路径。余工把这个底层模型叫作“小脑模型”。它或许算不上聪明,但反应极快。它要做的不是思考,而是执行。

不过,这仍不是最终目标。更为理想的状态是,底层有一个非常强壮稳定的“小脑”,能够执行几乎所有动作指令;上层有一个足够聪明的“大脑”,能够理解复杂的任务意图,像人类一样进行功能分区。

除此之外,硬件的能力也决定了机器人的上限。“算法是从下往上够,但超越不了上限。”

余工说,“现在行业内硬件能力差别很大。”

“目前机器人的体能水平只是比我强一些。”余工说,“我们希望有一天,它能做到连续三个后空翻、一下跳两米高,这些是正常人做不到的动作。”只有这样,机器人才能真正走进工厂、家庭、灾难现场,成为人类劳动力的替代。

## 进厂前“最后一步”

余工所在的实验室,是国地中心的一部分。在上海浦东,由人形机器人(上海)有限公司牵头成立的上海虚实融合具身智能训练场,是全国首个面向具身智能领域的国家级标准化试点项目。这个由工信部和上海市共同授牌成立的机器人训练中心,是人形机器人领域首个国家级公共平台,旨在构建行业大数据集,推动技术研发、企业孵化与人才培育,加快实施创新驱动发展战略。

“国内人形机器人人才发展了两年,只有产业化落地之后,这个产业才能证明发展成功。”国地中心市场总监杨正叶说。

国地中心的建成,正是为了推动这“最后一步”。让机器人在进企业工作前的基础训练可以在这里通过大量数据训练完成。这个训练场的场景不是固定的,而是根据市场需求不断更新的。

杨正叶介绍,目前,人形机器人企业内的训练思路主要分为两种。国外市场走的是“大模型驱动”的路线,即在不同环境下,机器人通过视觉传

感器和位置传感器不断计算,不断尝试抓取。通过反复尝试,直到成功为止,通常这样的过程需要巨大的算力支撑。国内走的是“数据驱动”路线。这虽然规避了算力需求,但对数据质量提出了更高的要求。比如,每次机器人必须复位到基准位置,数据才能用。想要换个位置抓取杯子,就得重新采集数据。

更麻烦的是,各家机器人的关节参数不一样。“国地中心要做的另一件事,就是把所有机器人的数据变成通用数据。”严格来说,国地中心机器人训练场,不仅仅是一个物理空间,还是一个数据空间,或难以想象,教机器人拿杯子这样一个简单动作,背后的数据采集是怎样一个庞大的工程。

世界上存在的杯子类型众多,抓取方式更是千变万化。想让机器人学会抓杯子这一动作,需要把世界上存在的所有杯子泛化成不同种类,如马克杯、高脚杯、玻璃杯、塑料杯等,需要分门别类进行数据采集。此外,还需要处理更复杂的情况,比如倾斜的杯子、湿滑的杯子、被压住的杯子等。

“只有当机器人能解决问题的方式足够多,再给它下一个命令‘我要拿这个杯子’,它拿起杯子的成功率才能接近于人。它也会像人一样,判断杯子类型,再选择方案,究竟是擒住杯口拿起来、抓住把手拿起来,还是双手捧起来。”杨正叶说。

国地中心的训练场里,记录数据体量的数字在大屏幕上时刻跳动。不同厂商的机器人在海量的数据中不断地试错、校正、再试错,这些被清洗校对过的数据会用来训练机器人。

## 给未来的到来提速

在人形机器人行业内,变化是以周为单位计算的。但没有人确切知道,这个行业何时会“涌现”出新的突破。“它或许会突然变得很厉害,但你没法预测它什么时候发生。”余工说,“机器人上周还做不到的动作,这周可能就突然能做到了。不是哪个人类工程师写了新代码,而是模型自己学会了。”

过去一两年间,人形机器人行业最初比拼的是“谁走得更稳”,后来是“谁跑得更快”,再后来是“谁能跳”。今年春晚,有人让机器人做托马斯回旋、后空翻、连续武术动作。“但这些人不是为了炫技。”余工强调,“是为了测试它的动态能力到底到了什么程度。就像人类也要先学会走,再学会跑跳。有一个强壮的身体,才能继续干后面的事情。”

这个逻辑在机器人身上同样存在,必须先把底层能力练扎实,再进入应用场景。送外卖、消防、工厂搬运、家庭陪护……都需要建立在机器人能够稳定执行动作的基础上。余工觉得,普通人或许看到的是“它突然可以翻了”,但整个行业距离真正的“通用机器人”还很远。

人类对于机器人的期待和态度,也存在微妙的张力。一方面,期待科技的突破能够带来变革,另一方面,人类被替代的担忧从未消失过。当机器人越来越像人,最终会取代人类吗?

“我觉得人类制造机器人的初衷,就是成为社会发展或者工业发展的驱动力。”余工说。他抱有相对理性的乐观态度,新的技术会产生新的需求,也会产生新的工作岗位。那些被替代的劳动力,可能会去做别的事情。人类的劳动强度降下来之后,或许能追求更多的“自我实现”。

即便如此,余工仍然笑着将自己称为“人类的叛徒”。这个95后工程师职业的起点是大模型算法工程师,伴随行业更迭步入机器人赛道时,从小看“高达”长大的他,想要给未来的到来提提速。“这个行业无法停下进步的速度,不前进就意味着淘汰和死亡。”虽然压力不小,但他也享受这种创造未来的兴奋,而不是沉浸在未来会否由机器人接管人类世界的担忧中。

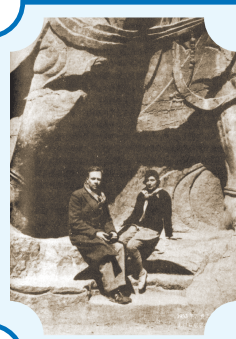
杨正叶也有类似的观点:“先让技术生长。新质生产力发展,永远不要停步。至于过程中会发生的问题,相信都是可以解决的。”

(应受访者要求,余工、刘强为化名)

## 温德和他的两只猴子

沈懿妮觉得,金岳霖跟她谈话,坦诚相见,没有见外,就敞开心扉,想进一步一窥他的内心世界。当时有人私下议论,金岳霖跟林徽因的爱恋只是在精神层面上,但没有婚姻的实质,缺少婚姻给人的种种欢愉,是人生的一种缺憾。沈懿妮把自己听到的关于婚姻和独身的种种议论娓娓道来,转述得十分委婉,好像跟老师请教一个学术问题。金岳霖一边听一边沉思,似乎在考虑如何解释这些疑问。他见沈懿妮杯里的水快没了,慢慢举起茶壶给她添上。只见一注金黄色的茶水从壶口流出,冲进杯子,只能听到茶水注入杯里的声音,并飘来阵阵清香。两人都默默无言。突然,沈懿妮叫了起来:“满了满了!”金岳霖猛地仰起水壶,把壶口朝上。看着充盈的水杯和溢出来的一摊水,沉吟了一下,说道:“懿妮啊,一个人对另一个异性的感情,就像容器装盛液体一样,满了,达到极限以后再添加进去,统统会溢走。”

关于沈懿妮故事的后续部分,是费正清再次到昆明时听金岳霖说的。一次,金岳霖在街上走,看到一个女学生陪着一个美国大兵边走边谈,迎面过来,那女学生好像是沈懿妮。此类事当时并不奇怪。昆明有好几个美军总部,军人多,特别是美国飞虎队以巫家坝为基地后,飞行员和地勤人员剧增。他们休假或闲暇时进城游玩,一些懂外语的女学生就给他们当翻译、做向导,自然会得到一些馈赠与小费。当对面来人走近时,金岳霖看清了,果然是



## 中国情缘

### 费正清和他的朋友们

陈宇 著

沈懿妮。她身旁那个“大兵”,身材魁梧,仪表堂堂,上身穿一件崭新的浅绿色衬衣,下身是军裤,脚蹬军靴,手上还牵着一个小男孩。当沈懿妮发现老师已走到面前时,忙指着那男士介绍道:“这是于方彦,也在联大读书。”又指着小孩说:“这是我弟弟。”金岳霖扶正眼镜,上下打量了一下于方彦,说:“哦,不得了,全套美式装备呀!”于方彦用拇指和食指夹起衬衣前襟抖了抖,说:“料子好,笔挺,耐穿,又便宜,这是托从军同学在美军服务社买的。”他又抬起一条腿说:“这裤子、靴子全是巫家坝的下脚料。巫家坝机场经常会推出一车车垃圾,里面就有破旧军服和靴子。有些军服洗洗就可穿,许多学生只是底磨破些,城隍庙街就有一家店专门为这种鞋修补打掌,生意兴隆,许多联大学生都到那里去配装,穿到毕业还顶事。”对于穷学生们这套“全副武装”的诀窍,金岳霖是第一次听到,他不禁伸出大拇指道:“哎呀,你们真聪明!”

当费正清又一次到昆明时,金岳霖告诉他,沈懿妮还在继续帮助他做接济

贫困学生的工作,而于方彦在一个劲儿地学外语。

费正清到唐家花园跟老朋友们彻夜长聊,很是尽兴,唯感遗憾的是,没碰上温德。朋友们告诉他,原先也住唐家花园的温德如今搬到别处去了。温德是美国人,年纪比费正清大,已五十八岁。费正清待在昆明的时间有限,他一定要见见温德,因为温德到中国的时间比他早,接触的人也比他多,可以提供从另一个视角了解知识界的情况。他几经周折,终于找到了温德的住处。温德是单身,费正清到那里才知道,他要供养三张嘴。费正清这样描述温德初到昆明的遭遇和他的“公寓”:

在躲避空袭时,他房间里的衣物先后两次被洗劫一空。现在,他的院子里养着两只猴子,其中一只系着铁链,凶猛地见人就咬,假如有谁再想闯入,除非先开枪把它打死。温德院子里种满了花,书架上装满了书。他能背出许多当地民谣,还熟知当下许多街谈巷议。

自从温德家添了两张嘴后,小偷再也不敢光顾了,即便温德外出几天几

夜,依然是吉宅无恙。温德跟它们越发亲密无间,那只大猴子壮硕肥大,常常跳上温德的肩膀,蹲在那里悠闲地、咔嚓咔嚓地嚼着花生、瓜子。有时那火一样通红的屁股,竟然就骑在温德的脖子上,还拨开温德浓密的头发,像帮它的同类那样想抓到几只虱子。浚猴在他身边随心所欲,就差没在温德天灵盖上撒泡尿了。一次,温德为了让猴子换换口味,特地买了一钵昆明美食“过桥米线”,让它们打打牙祭。那只小猴才尝一口,不知哪味佐料的刺激使它难受,竟咧开嘴叭叭叫,又是跳又是叫,还要起脾气,捣蛋闹腾一番,把钵头打翻,将美美的“过桥米线”糟蹋成一摊“过桥米糊”。温德见罢,不愠不怒,只皱皱眉头,将捋下吧唧,一笑置之。温德对猴子极其宠爱,与它们形影不离,有时甚至还会带着它们去看别人,就像年轻人带着女朋友一样。一次,他去拜访一位官员,主人见到青面猴子的猴子,心里有点发怵。上茶以后,猴子更显得坐立不安,不断挠腮抹嘴,主人生怕那套景德镇茶具被打翻摔碎,直到送走了客人,心上一块石头才落了地。事后那位官员对人说:“来了两只猴子,大猴肩上站着小猴!”关于温德的奇闻趣事不胜枚举,为此,人们对温德越发生产生了探究的兴趣,都想知道他的身世与经历。经多方打听了解,他们终于把那些零散的情节碎片拼接成温德漫长传奇的履历。

温德于1887年生于美国的印第安纳州,求学时勤奋努力,获过“全美优秀生”的殊荣。后来他到法国留学,学习法国文学,留学回来后在芝加哥大学任副教授。他的法文、德文、西班文、希腊文都不错。他对法国文学、英国文学、英语语言学都有较深的研究。

(三十九)

连载

## 解秋日报 连载广告

### 刊登内容

金银首饰 百货卖场 休闲旅游

儿童用品 食品餐饮 建材装潢

体育健美 超市促销 家具厨卫

家用电器 婚纱摄影 品牌人物

酒类饮品 医药保健 教育出版

电话: 021-22898598