

我们即将进入机器人4.0时代

文 李培根

机器人1.0时代和2.0时代我们已经经历了，现在处于机器人3.0的时代，包括现在讲人机协作等，都属于机器人3.0时代的产物。而我们即将进入机器人4.0时代，将在包括自主学习、场景自适应、知识图谱应用等方面拓展更多可能。

机器人4.0

机器人4.0时代是需要数字孪生的，机器人数字孪生可以与物理实体机器人在数字虚拟空间和物理实体空间实现双向映射、动态交互和实时连接。它要体现闭环性——感知、认知、决策、执行的闭环控制。共生体现在机器人设计开发阶段，也体现在机器人运行阶段，就是数字孪生结合机器人实体相互影响。

场景数字孪生需要多模态感知融合、自适应交互，在开放环境自主移动机器人要避障、交互、操作，需要很多传感器，大部分数据在时间同步的前提下进行传感，需要调用不同复杂度算法模块，包括硬件系统、边缘计算都会用上。

机器人4.0时代还会用到知识图谱的技术。我们知道知识图谱也是人工智能里重要的技术，机器人知识图谱应用和一般百科知识类知识图谱有些不一样。简单地讲，时空之间的关系要和时间联系在一起，以前它不需要和时间紧密联系起来，机器人应用不一样，需要记录环境里不同时间人和物发生事件等相关信息，这一点

需要我们注意。

现在开始谈论的云化机器人，它也叫云端机器人。云端机器人简单讲是大脑在云端——好处是什么呢？信息和机器供给，云端大脑可以控制很多机器人，可以汇集来自所有连接机器人的视觉、语音等各种信息。再就是平衡复杂计算，因为大脑在云端可以降低机器人本体硬件需求，否则计算都在机器人本体，对硬件要求更高。还有系统合作，我们可以设想在大地上，把未来智能工程机械看成机器人，不同类型的工程机械一起协同合作，只有云端大脑才能够更有效地统一调度控制它们。它的好处是机器人借助云端大脑可以独立于本体持续升级，可以说智能发展、软件升级。

云端机器人需要一个操作系统，谷歌手机、安卓和苹果都有操作系统，以后云端机器人也需要操作系统。现在海宝机器人公司做的海睿OX就是云端机器人操作系统，这个平台部署了人工增强和智能机器学习算法等。这个平台强调开源开放，供开发者在门户共享资源，包括物理世界场景、数据模型、机器人孪生模型、人工智能算法等。有了开发者生态，对于云端机器人商业发展是非常有好处的。

还有支持人机交互平台。2020年年底，斯坦福大学李飞飞课题组推出一种全新模拟环境叫iGibson，可以为大型交互场景交付任务开发机器人解决方案，实

现机器人可交互性操作。它可以提供超过12000种额外交互场景，总而言之这一平台为机器人特定应用提供了很好的基础平台。

英特尔中国研究院提出面向机器人4.0时代的HERO系统平台，包括机器人3.0、机器人4.0，用户的特定应用都可以利用这个平台。机器人4.0部分更多支持自适应场景和持续学习，包括知识图谱，可以针对特定应用领域扩展相关领域通用知识图谱。

机器和人相互之间智能增强

从20世纪60年代起，人们开始关注生物和技术交织在一起的生命体，有人把它称为赛博格，有学者认为人能够把所有技术都用于知识和拓展的构造体。我们现在有两种类型躯体可以选择，一种是真实的躯体，是通过体内液体流动与真实世界相连，再是虚拟躯体，通过电子流动与世界相连。

我们通常讲“AI”，还有一种是“IA”，就是智能增强，IA强调借助机器加强或者拓展人类智能，而不是完全取代人类的能力。这一点非常重要，是人和机器和谐共处，智能增加人类有效掌控机器，让机器为人类服务。机器干机器该干的活，人干人该干的事。

这里一个例子是机器人在做装配工作，工人操作手柄，机器人动作感知有视觉、触觉等，通过手柄可以实时反馈，操

作者根据反馈实现装配过程精准控制。根据机器人智能程度的增加,机器和人能力相互增强,机器人可以在人不断操作实践中进一步学习,所以机器人变得越来越聪明,机器人帮助工人更好地装配机器等,二者相互增强能力。

在机器人公司,他们搭建一个云端机器人人机结合的系统,这里有一个机器人训练师平台,可以实现机器人人工增强训练和智能增长。人不断提高机器人智能,可以使感知增强,机器人的某些特定感知能力甚至超过人的能力。但是话说回来,又不可能全面超过人的感知能力,人有相近的知识和常识能够快速识别一些东西,可以弥补机器人能力的不足。以机器人为载体,在获得融合感知数据的基础上,人可以辅助AI进行认知增强,包括行为增强。

能力牵引物理机器,可以通过强化学习进行训练,不断地提高机器人的智能。我们仔细想一想,人类在某一个特定环境中与外界的交互方式,这是人类学习各种技能的方法,机器人也是如此,它在某一种环节里通过交互,从而提升自身能力。我们在设计智能机器人的时候,一个很重要的考虑是怎么通过数字孪生智能体虚实结合,把能力牵引到物理机器人上。

在智能时代,工人、技师等并非无所

作为,因为人的介入,怎么使智能系统智能增强?因为机器智能,怎么使人的能力增强?这是我们需要考虑的。

我觉得一个很重要的问题,随着智能机器人技术的发展,它可以延伸人的存在,这是物理机器人和特定人的融合。机器人融合某个人的意识,机器人感知也可以成为某个人的感知。在工业环境中,某些场合下这种应用也是非常需要的,我们可以设想类似于当年福岛核电站事故,在那种场合下假如融合人意识的机器人在那里工作的话,会不会是另外一种场景?

生活中,机器人作为替身发挥作用也是非常有意义的。老年人、残障人士想外出旅行,假如机器人替身可以实现他们出去旅行一样,这意味着人存在的延伸。

这几年大家注意到元宇宙的概念,以后机器人元宇宙也是需要关注的。元宇宙相当于实体互联网,就是人不仅可以在其中看内容,还能够置身其中,元宇宙也可以包含机器人。从工业应用来讲,未来制造物理空间、设计者构思空间,这些都可以映射到数字与物理交织、虚拟与现实融合的“一虚一实”制造元宇宙中,目的是通过制造元宇宙,未来能够使物理的制造活动更有序、更优化。

有一个问题是智能机器人研究者需要注意的,智能机器人当然要替代人的很

多技能,不光是体力,还包括脑力等。有一个波拉尼悖论,认为人类掌握的技能 and 知识远远超过人类所能表达的内容。很简单的举例是骑自行车,一般人都会骑自行车,但是你怎么把骑自行车说得很清楚,或者我要教给一个不会骑自行车的人骑自行车,通过语言或者书面表达、口头表达不大可能,我们表达不出来,越是底层本能性的技能,越难以进行编程和模拟。

计算科学有莫拉维克悖论,需要推理能力越高的工作,比如下棋模拟,需要的算力反而少一些,一些下意识行为,比如行走、视觉等,这个模拟需要巨大的算力,这里有一个问题我们需要思考——可智能化。是不是我们只要想进行就一定可智能化?实际上我前面讲人和机器人相互增强能力,未来我们思考问题的时候还要考虑到算力,包括以后还要考虑低碳的需求等,不能够一味地考虑完全替代人。

机器人智能平台以后走向开放环境,包括机器人数字孪生、人和机器人协同、人和机器人怎么相互增强能力,这是非常重要的,可智能化也是值得我们思考的。未来人存在延伸,和人交织在一起的机器人是不是一种新的生命体?它有可能存在于元宇宙中间,这是未来的远景。📖

(内容源自2022世界机器人大会领袖峰会上李培根院士的演讲。责编:杨思玄)

专家简介



李培根,1948年12月出生于湖北武汉。机械制造及自动化专家,中国工程院院士,华中科技大学教授、博士生导师。曾任华中理工大学机械学院院长、华中科技大学校长。长期从事机械制造及其自动化领域的教学及科研工作,主持了CAPP(计算机辅助工艺规划)系统的研究与开发。先后以第一完成人身份获得国家教学成果奖二等奖2项、国家科技进步奖二等奖、中国高校科技进步奖一等奖和高等学校科学研究优秀成果奖自然科学奖一等奖各1项。主持国家级项目17项,发表科技论文百余篇,出版专著3部。