ECOVACS
科 沃 斯 机 器 人

新零售 新营销
科沃斯智慧导购机器人



是机器人，更是工作伙伴
The Robotics, Working Partners

网　　址：www.ecovacs-c.com　　电　　话：4008078999
电子邮箱：benebot@ecovacs.com　　地　　址：江苏省苏州市吴中区友翔路18号

机器人产业 【智能论坛】 洞察欧洲机器人产业前沿发展 2018年 第5期 总第22期

智能才是机器之道

机器人产业
ROBOT INDUSTRY

CCID 赛迪出版物　2018年第5期　总第22期　9月25日出版　邮发代号：82-933

洞察欧洲机器人产业前沿发展 P38



美国机器人产业的发展及展望　P20
专访 Brad Nelson：那些个子虽小却功能强大的微型机器人　P32
解读欧盟“地平线 2020 计划”对机器人产业发展的影响　P40
软体机器人技术发展路线探寻　P76

赛迪出版物
官方店
微订阅 更方便
扫码关注即可轻松订阅赛迪出版传媒公司旗下报刊、杂志、年鉴，还有更多优惠、更多服务等您体验

ISSN 2096-0182
09
9 772096 018177

0-0封面深绿色.indd 1　2018/10/23 10:13:15

智能才是机器之道



《机器人产业》

赛迪工业和信息化研究院

地址：北京市海淀区紫竹院路66号赛迪大厦17层　邮政编码：100048

编辑部电话：+86(10) 88558766　邮箱：jiqiren365@ccidmedia.com

广告部电话：+86(10) 88559742　邮箱：wanglili@ccidmedia.com

订 阅 热 线：+86(10) 88558799　邮箱：wangsongzhi@ccidmedia.com

官 方 网 站：http://jqr.mtx.cn

《机器人产业》
官方微信

0-1形象广告.indd 1　2018/10/23 10:14:02

Gaussian
ROBOTICS
高仙机器人

高仙
全场景移动机器人

行无界 智无限

0-1形象广告.indd 2 2018/10/23 10:14:05

卷首语

房地产企业 + 机器人 = ?

9 月 8 日，碧桂园机器人谷项目正式落户佛山顺德。该项目计划 2023 年建成，未来将引进 1 万名全球顶级机器人专家及研究人员。更有信息显示，碧桂园计划五年内在机器人领域投入至少 800 亿元，将机器人更广泛地运用到建筑业、社区服务、生活起居等各类场景当中。

这并不是房地产企业第一次钟情于机器人产业，在此之前，全国各地的机器人小镇、机器人产业园区项目如雨后春笋般不断涌现，这些项目的背后经常闪现着房地产企业的身影。

今年 6 月，安川都林机器人公司正式落户香河机器人产业园，华夏幸福早在 2014 年就开始的这笔投资，引起了业界关注。目前，香河机器人产业园已经有 100 多家产业链企业进驻，初步形成了集机器人研发、核心零部件、本体制造及系统集成为一体的完整产业链。据悉，华夏幸福目前还在浙江南浔，安徽和县、肥东等地重点投资打造机器人产业集群。

另一个房地产巨头——富力地产，也以投资某机器人公司的方式，悄然进军这一热门领域。其目标是全力打造智慧人居生态系统，主要以服务智能家庭、智能社区、智能酒店、智能商业、智能办公等智能化场景为主。

目前，中国已经成为全球最大的机器人市场，强劲的市场需求和各路资本的加持，让我国的机器人产业正在迎来最好的发展时机。房地产企业涉足机器人市场，无疑带来了更多的新需求和新机会，将对我国机器人产业的发展起到巨大的助推作用。

首先，房地产巨头资金实力雄厚，其普遍采用的机器人产业园开发模式，有利于构建完整的机器人产业集群，方便相关企业形成实质性合作。

其次，房地产行业本来就有很多各类机器人产品的重要应用场景。房地产企业一直在寻找给购房客户的差异化产品和服务，而这些机器人产品正好给他们提供了更多的新选择。

很多房地产巨头的业务范围往往还包括物业管理、酒店经营、商业地产、健康医疗、新零售等，这些房地产企业如果想吸引更多机器人企业入驻，就要绞尽脑汁让自己的机器人产业园比同行园区拥有更大的吸引力，此时，他们调动资源创造新的机器人产品需求的能量绝对不可小觑。

虽然也有业内人士担心，某些企业的盲目冒进可能会给整个行业发展带来泡沫，但笔者认为，企业快速发展的关键还是多锤炼自己的核心竞争力，看准时机必须强力推进，至于其他的事情，还是用优胜劣汰的自然法则来解决吧。

总编辑 王沛霖

2018 年 9 月

英特尔
赋能AI创新

人工智能将激发下一个计算创新的高潮，充分释放数据价值，给人类社会带来无尽福祉。英特尔通过产品技术创新和生态系统合作，加速人工智能应用的开发和实施，以推动整个产业拥抱人工智能时代。

英特尔®创新加速器	机器人创新生态	英特尔机器人创新中心	人工智能开放创新平台
致力于建立先进的创新生态系统，聚焦于八大创新领域，推动创新、创业向产业升级、产业生态的发展。	由英特尔和硬蛋联合发起，专注机器人领域技术创新、市场加速、专业化运营，涵盖超数百家机器人团队。	坐落于上海张江创新腹地，700平米空间，致力于服务机器人创新团队、展示创新技术、促进学术及产业交流。	为国内各AI团队提供安全、先进、标准和开放的实验环境，平台开源、数据开放，帮您的创业迅速落地。



机器视觉能够实现计算机系统对于外界环境的观察、识别以及判断等功能，是机器自主行动的前提，对于人工智能和机器人的发展具有极其重要的作用。英特尔于2017年发布了针对神经网络矩阵运算优化的Movidius™神经计算棒，兼具性能强大、外形小巧、超低功耗三大优势，帮助更多企业在人工智能视觉领域上，实现了创新。

英特尔®Movidius™技术，赋能AI创新。下面就来看看，来自英特尔合作伙伴的案例吧：



乐博士--ROS教学机

ROS教学原型机是学习ROS的优选硬件。可作为各种智能机器人赛事的基础平台进行后续开发和实验。可申请类似自动驾驶、多机协作、视觉识别等方向项目。

官方网站：www.hornedsungem.org

触景无限--角蜂鸟视觉套件

角蜂鸟是基于“Plug and AI”理念打造的一款人工智能视觉套件，希望提供“即插即用”式AI体验:插入角蜂鸟，即可让手中的设备获得原属于人类的视觉思考能力。



官方网站：www.hornedsungem.org



阅面科技-- 繁星智能视觉模组

繁星人脸识别模组是基于深度学习算法和嵌入式技术,由阅面科技自研的人工智能产品。搭载高性能低功耗嵌入式视觉处理VPU,集成多种视觉识别算法，具有本地计算、小尺寸、部署简单等特点。

官方网站：www.readsense.cn

研扬科技--UP AI Core

硬件神经网络架构。机器学习和实时模式识别优化，支持 TensorFlow&Caffe，与所有具备mPCI-E接口的x86计算机兼容，与英特尔®神经计算棒（NCS）软件套件全兼容。

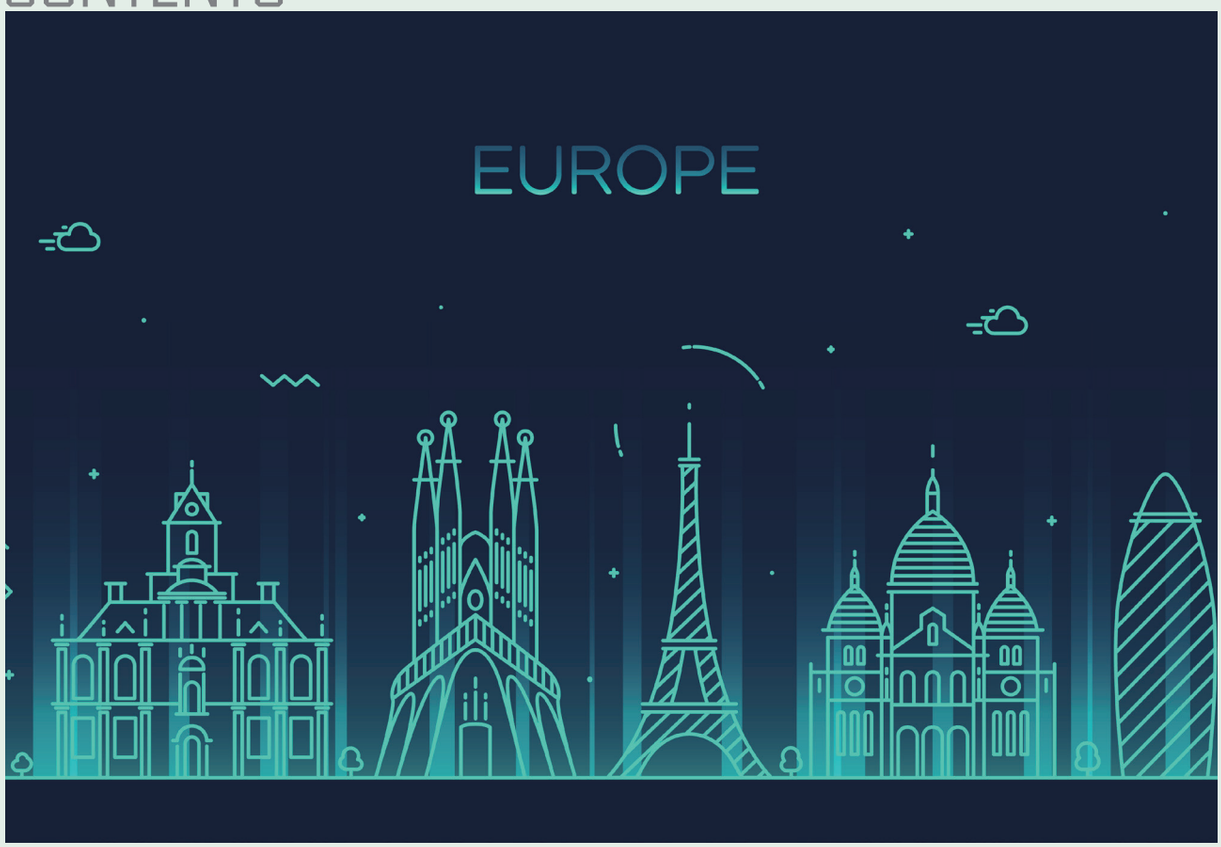


官方网站：www.up-china.net

了解更多详情
请关注下方二维码

developers.movidius.com

© 2018英特尔公司版权所有。英特尔、英特尔标识、Intel.精彩芯体验标识和Intel.精彩芯体验是英特尔公司在美国和或其他国家的商标。*其他的名称和品牌可能是其他所有者的资产。



P38 智能论坛 洞察欧洲机器人产业前沿发展



2018 年第 5 期

以机器人为代表的新一轮科技变革风潮，正快速改变当今社会的生产生活方式。欧洲作为世界经济最发达的地区之一，在过去的每一次工业革命浪潮中都担负起了“领头羊”的角色。如今，面对浩浩荡荡的新变革，这片孕育创新的沃土自然不会“隐匿江湖”，相反，这里的学者正在加速推进技术落地，助力产业转型升级，以钻研的姿态立足于科技前沿，奋力书写新的成绩。

本期智能论坛将详细梳理欧洲机器人领域专家学者的真知灼见，与你一同探寻科技界的最新研发成果，共同领略欧洲机器人产业的魅力。

> 解读欧盟“地平线 2020 计划”对机器人产业发展的影响
> 欧洲机器人学的发展与未来创新
> 优傲：新一代机器人
> 脑机接口的研究现状及未来应用的展望
> 基于强化学习和智能传感器控制的工业机器人实时运动规划

4-9 目录.indd 2 2018/10/23 10:14:58



人工智能技术和产业化平台供应商

小i机器人是卓越的人工智能技术和产业化平台供应商，提供包括自然语言处理、深度语义交互、语音识别、图像识别、机器学习和大数据技术等在内的人工智能核心技术及将技术与通信、金融、政务、电商、医疗、制造等行业深度结合的解决方案和服务体系，为上千家大中型客户、十多万开发者及中小企业提供服务，终端用户超过8亿，实现了AI的大规模商用落地。

小i成熟的产业应用，赢得了国际国内的广泛赞誉，权威咨询机构Gartner称小i为“会话式AI”的全球典范，能够提供云端智能交互能力，未来可连接万物。

AI+智能客服
人机融合，助力客户服务创新升级

AI+智慧城市
助力政府服务创新，构建城市智慧大脑

AI+智慧金融
深度融合金融服务，助力金融科技创新

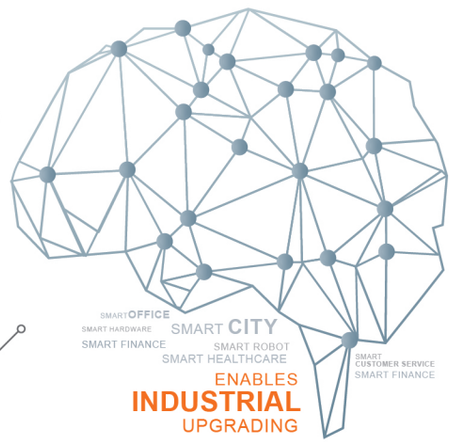
AI+智能办公
智能办公入口，助力企业决策

AI+智慧医疗
探索医患需求 助力精准智能医疗体系

AI+智能机器人
从虚拟到现实，助力全方位智能服务

AI+智能硬件
“大脑”赋能硬件，助力万物互联

AI+智能制造
以智能化生产，助力传统产业升级



数据来源于本公司

机器人产业 ROBOT INDUSTRY | 目录

CONTENTS

视 野 Horizon

12 **AI 赋能，迎接千帆竞发的新时代**

人工智能在不断改变世界，也带来了全新的应用和社会发展的机会。在此过程中，科大讯飞在人工智能领域以及机器人领域取得了一些智能成果，而在未来还将继续努力，不断前行。

20 **美国机器人产业的发展及展望**

最近，美国机器人工业协会主席 Jeff Burnstein 对美国机器人产业的发展现状和前景，以及协作机器人、服务机器人和机器人领域价值链整体的发展趋势进行了解读。

人 物 CHARACTER

26 **傅盛：不希望机器人只是一个“噱头”**

一家研发移动端应用软件的互联网公司为何与机器人结下不解之缘？这是外界对于猎豹移动的最大好奇点。在“2018 世界机器人大会”的舞台上，傅盛回答了这个疑问。

32 **专访 Brad Nelson：那些个子虽小却功能强大的微型机器人** 熊安迪

瑞士苏黎世联邦理工学院教授 Brad Nelson 作为微型机器人方面的专家，出席了 2018 世界机器人大会并接受了本刊的专访，为微型机器人的技术和应用前景做出了解读。

智能论坛 Robot Industry Forum

40 **解读欧盟“地平线 2020 计划”对机器人产业发展的影响**

近期，意大利机器人及自动化协会主席、欧盟委员会顾问 Rezia Molfino 根据欧洲工业的发展情况，就“地平线 2020 计划”及其新方向和影响做出了分析和解读。

45 **欧洲机器人学的发展与未来创新**

近年来，机器人学的发展在全球范围内呈现出不尽相同的趋势。欧洲机器人协会副主席、库卡机器人有限公司德国总部研发负责人 Rainer Bischoff 介绍了机器人学在欧洲的发展与未来创新。

51 **优傲：新一代机器人**

协作机器人的代表公司之一——优傲机器人的创始人兼首席技术官 Esben Østergaard 与大家分享了优傲机器人的创立和发展，以及工业生产中的新需求和协作机器人的特点，同时介绍了优傲的新一代机器人如何捕捉这些价值并创造出更多的价值。

56 **脑机接口的研究现状及未来应用的展望**

近期，法国科学院院士、法国 CNRS 与日本 AIST 机器人联合实验室主任 Abderrahmane Kheddar 就当前技术的发展水平，分析了脑机接口的研究现状和未来应用的展望。

61 **基于强化学习和智能传感器控制的工业机器人实时运动规划**

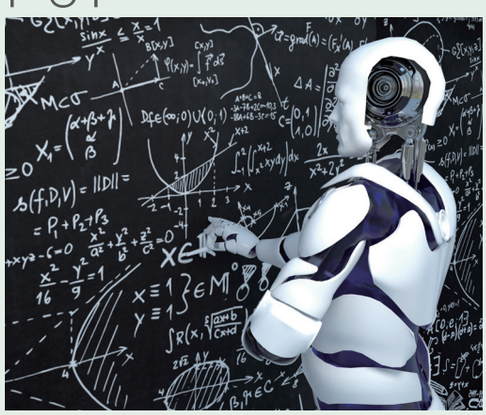
P12



P32



P61



4-9 目录.indd 4 2018/10/23 10:15:08

特斯联科技
——AIOT 智能物联网生态平台

TERMINUS —CITY-LEVEL AIoT PLATFORM

赋能新型智慧城市建设

特斯联官网二维码

特斯联公众号二维码



TERMINUS
特斯联

400-6899-638

www.tslsmart.com 北京 上海 重庆 武汉 广州

4-9 目录.indd 5 2018/10/23 10:15:10

机器人产业 ROBOT INDUSTRY | 目录 CONTENTS

案例分析 Case Study

67 **科沃斯商用机器人诠释“工作伙伴”新定义** 房晓楠

曾经在银幕上大放光彩的经典机器人角色，让我们对未来、对科学、对机器人充满无尽的遐想和期待。如今，随着技术的飞速发展，机器人领域日益呈现出令人耳目一新的突破，而这些现实与我们的想象有着怎样的交集呢?

72 **场景化 + 区域优势 + 合作 独角兽特斯联的深耕之路** 熊安迪

“物联网”这个概念对于人们而言已经不再陌生。但要是具体说起物联网中NB-IoT、M2M这些词，人们大多数可能还是会一脸茫然。不过，对这些名词不了解也并没有大碍，物联网已经真实地出现并参与着人们的生活。

专题研究 Monographic Topics

76 **软体机器人技术发展路线探寻**

随着机器人应用领域的不断扩大，医疗保健、复杂地形勘探等特殊领域对机器人提出了更加苛刻的要求，在非结构化环境下使用的特殊机器人成为科学界研究的重点方向。

82 **国产机器人的发展现状与挑战**

86 **中国地震救援机器人技术发展现状及趋势** 徐若涵

前 沿 FRONTIER

94 **由光场控制的柔性微型机器人的步态学习** 编辑部编译

柔性微型机器人是一种亚毫米级的移动机器人设备。而基于光响应材料并由光场控制的柔性微型机器人可以产生多种不同的步态。最近，吕贝克大学、斯图加特大学、苏黎世联邦理工学院的研究员对此进行了研究。

100 **Soter：使用“运行保证”编程安全机器人系统** 编辑部编译

机器人史话 Robot Chronicles

105 **丰田：传统汽车厂商的“机器人梦”** 刘京运

随着算力、算法、数据的不断提升与完善，以及硬件性能、成本的快速优化与降低，一批正在崛起的新造车势力试图在未来市场中分得一份“蛋糕”，而造车领域的“前辈们”也正在向智能科技领域积极拓展业务。

管理经纬 Management Practices

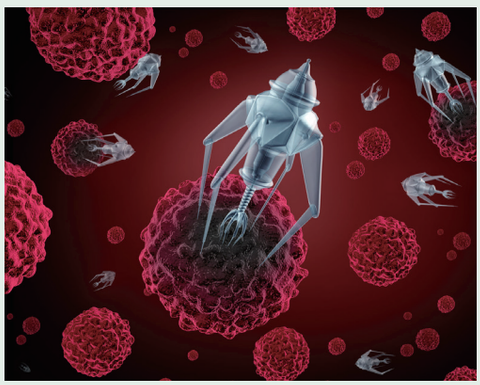
111 **打造人机协作的未来员工队伍** 埃森哲咨询公司

智能机器正在彻底改变我们生活的方方面面。行业领军企业已经成功运用人工智能（AI）提高了生产效率。但若想实现超常规增长，并创造新一轮就业机会，企业现在必须以更创新的方式应用AI。

P67



P94



广告目录

P00 机器人形象广告
P01 高仙全场景移动机器人
P03 英特尔赋能 AI 创新
P05 小 i 机器人八大领域
P07 特斯联 – 智慧新城运营商
P09 美宅科技 构建家居新零售生态
P11 机器人产业杂志征订征稿
P19 人工智能杂志征订
P99 高仙商用清洁机器人
P123 广电运通：聚焦人工智能 拥抱智慧生活
封底 科沃斯智慧零售机器人

4-9 目录.indd 6 2018/10/23 10:15:13

美宅
décor.ai

美宅科技·构建家居新零售生态

全球原创人工智能室内设计算法引擎——图灵猫



美宅科技（北京）有限公司

地址：北京市海淀区新起点嘉园10号楼802

电话：010-84471780

关注美宅智慧门店

联系美宅业务经理

美宅智慧门店整体解决方案HouseX3.0 多引流·快成单·好管理·省租金

01 **智购眼**
人脸识别客户资产管理系统

02 **智购宝**
人工智能室内设计体验系统

03 **智购猫**
多维营销管理和决策支持系统

04 **智购城**
家居新零售移动商城

05 **智购码**
全方位智能连接系统

4-9 目录.indd 7 2018/10/23 10:15:15



探索产业升级之路
寻求效率提升之径

《机器人产业》官方微信

《机器人产业》
中国机器人领域的高端产经评论刊物

官方网站：http://jqr.mtx.cn

机器人产业
ROBOT INDUSTRY

主管单位：中华人民共和国工业和信息化部
主办单位：中国电子信息产业发展研究院
赛迪工业和信息化研究院（集团）有限公司
出版单位：北京赛迪出版传媒有限公司

社长：李坤
总编辑：王沛霖
副社长：王莉莉
研究总监：卢月品

编辑部电话：+86(10) 88558766
编辑部邮箱：jiqiren365@ccidmedia.com

广告部电话：+86(10) 88559742
广告部邮箱：wanglili@ccidmedia.com

发行部：王松枝
订阅热线：+86（10）88558799 / 13601359018
读者服务邮箱：wangsongzhi@ccidmedia.com

品牌市场部：迟春然

出版单位：北京赛迪出版传媒有限公司
法律顾问：北京市华泰律师事务所律师 王郁生
本刊地址：北京市海淀区紫竹院路 66 号赛迪大厦 17 层
邮编：100048
英文刊名：Robot Industry
网址：http://jqr.mtx.cn
国内统一刊号：CN10-1324/TP
国际标准刊号：ISSN2096-0182
邮发代号：82-933
广告发布登记号：京海工商广登字 20170178 号

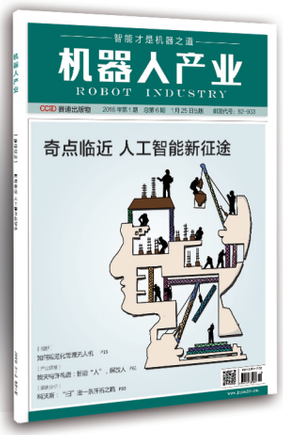
印刷：廊坊飞腾印刷包装有限公司
出版日期：单月 25 日
零售价：60 元

版权声明：本刊刊登的所有文章仅代表个人观点。凡投稿本刊或允许本刊刊登的作品，均视为已授权上载于本刊网站、博客、微博、微信等所有媒体使用。本刊支付的费用已包括授权费用。未经本刊编辑部书面许可，不得以任何方式转载本刊文章及图片。

10-11版权页.indd 1 2018/10/23 10:14:34

机器人产业
ROBOT INDUSTRY

征订



《机器人产业》是聚焦于机器人、智能制造、人工智能等领域的高端产经评论杂志。杂志由工业和信息化相关部门主管、中国电子信息产业发展研究院主办，2015年3月正式出版，双月刊，单月出版。

《机器人产业》杂志以“智能才是机器之道”为理念，践行“探索产业升级之路，寻求效率提升之径”的宗旨，服务于机器人产业的决策者，努力为机器人产业内的政府机构、企事业单位、大专院校、科研院所、产业开发区，架设沟通的桥梁。

《机器人产业》广泛借助国内外一流“外脑”资源，为机器人领域提供富于前瞻性的洞察思想和观念。杂志栏目包括：视野、前沿、智能论坛、产业领袖、专题研究、案例分析、管理经纬、机器人史话、创业故事等。

2018年《机器人产业》杂志订阅价格为60元/册，全年共6期，合计360元。

- 国内统一刊号：CN10-1324/TP　　邮发代号：82-933
- 订阅服务热线：010-88558799（王松枝）　　Email：wangsongzhi@ccidmedia.com

- 订阅方式：

□银行转账：

开户名称：北京赛迪出版传媒有限公司

开户银行：北京银行北洼路支行

银行账号：20000030565000007701154

□微店订阅：

征稿

我们期待这样的稿件——

在选题上，紧紧围绕智能制造、机器人、人工智能等产业的热点话题，主要包括发展趋势、政策解读、行业热点、管理创新等内容。

在风格上，既可以是分析研判式的文章，也可以是解读评论型的文稿；既可以建言献策机器人产业发展的理论与实践，也可以归纳总结智能制造与企业管理的模式与案例。

在形式上，无需复杂的理论和计量模型，无需注释与参考文献，但需要有形式多样的图表。简单说来，我们需要的不是学术论文，但我们希望您的观点、判断和结论建立在扎实的学术和理论分析基础之上。

在内容上，要求深刻而通俗，有思想并能激发读者思考的“火花”，历史回顾固然可以，富于前瞻性当然更佳，更为重要的是，文章一定要有实践性，引领实践始终是我们追求的目标。

要求稿件尚未公开发表过，不能有抄袭、剽窃、一稿多投以及类似行为。
投稿时请提供撰稿人姓名、工作单位、职务、联系方式、个人简介。字数一般在4000-6000字。

稿件以电子邮件发送至：chenliang@ccidmedia.com
官方网站：http://jqr.mtx.cn

10-11版权页.indd 2　　2018/10/23 10:14:35

AI 赋能，迎接千帆竞发的新时代

如今，随着技术的发展，人工智能在社会的多个领域有着越来越多的应用。在 2018 世界机器人大会上，科大讯飞股份有限公司董事长刘庆峰表示，人工智能在不断改变世界，也带来了全新的应用和社会发展的机会。在此过程中，科大讯飞在人工智能领域以及机器人领域不断探索，取得了一些智能成果，而在未来还将继续努力，不断前行。



科大讯飞股份有限公司董事长刘庆峰

提到机器人，除了它的硬件，外观形象以及运动之外，非常重要的就是后台的理解、预测、决策能力以及前端交互能力。因此，从人工智能的发展来看，1956 年提出人工智能概念到现在的第三次浪潮，我们可以把后台核心算法的逻辑分解成这三个阶段：早期的计算智能，让机器能进行存储、计算；感知智能，让机器能听会说、能看会认。如今，一定场合下，正面的人脸识别率已经可以超过 99.9%，甚

12-19视野刘庆峰.indd 72 2018/10/23 10:16:04

至超过美国 FBI 最好特工的水平，语音识别已经超过最好的速记员。机器甚至可以看到紫外线、红外线之外的内容，可以听到超声波、次声波之外的内容，所以感知智能方面机器已经越来越多地开始逼近甚至超越人类；下一个重点就是第三次人工智能浪潮的核心，以基于神经网络的深度学习为代表，以及更多新的算法正在不断研究当中，以便让机器具备理解、思考、学习和决策的能力，这就是今天人工智能基本后台的逻辑，以便支撑机器人更好更快地进入社会生活的各个领域。

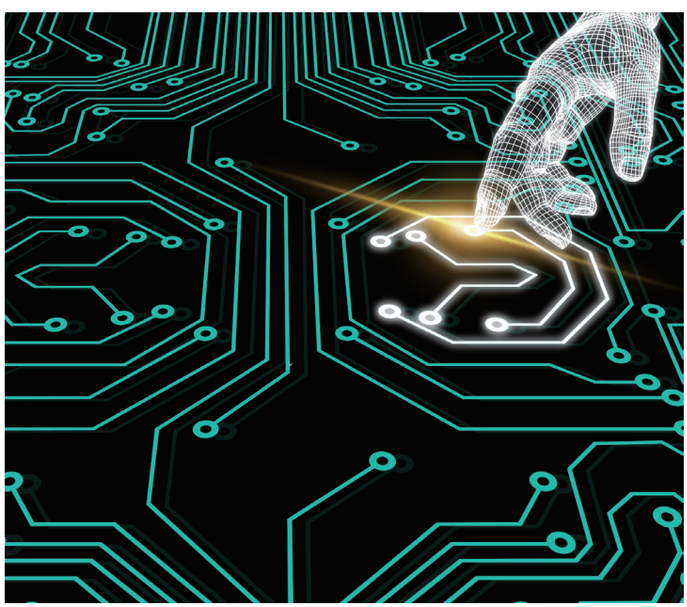
围绕着这样的大背景，国际社会已经把人工智能作为未来人类发展最重要的战略方向。在我国，2017 年 7 月，国务院正式发布了《新一代人工智能发展规划》。2017 年 11 月正式设立了人工智能四大平台，围绕科大讯飞建立智能语音人工智能开放平台。2017 年 12 月，工业和信息化部印发了《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划 (2018–2020 年)》，列出了八个重点的人工智能未来的应用方向，这些都表明中国在人工智能方面是未来的主战场，也是和全世界完全同步的，在很多领域共同进入无人区，探索未来的发展。

当然，说到机器人，除了后台的理解和学习之外，还需要前端各种运动智能的掌控和不断的学习进步。

众所周知，波士顿动力的机器人去年可以做后空翻，现在可以爬楼梯。但相比人类的运动能力，机器人还有很大的差距。无论是前端的人类交互、后端的理解以及运动方面，我们真正要呈现一个无比精彩的机器人世界，其实人类还有很长的路要走。如今人工智能助力机器人，最主要的可以从这几个方面发力，或者说科大讯飞所看到的研发和产业化的机会包含这两个方面。一、各种感知智能的融合，我们把语音、视觉、手势以及触摸等相关技术完全融合在一起，形成一个全新的人机交互的未来；二、感知和运动智能的交联，根据视觉进行判断，根据听觉进行操作，以及认知智能在各个细分领域超过专业的经过训练的专业技能。

机器人的前端交互：能听会说

任何一个机器人都要和人类进行交互，人机交互是非常重要的状态。当年把字符界面变成图形界面成就了微软的传奇，苹果在不久前市值突破了 1 万亿美元，是因为乔布斯当年回归苹果把触摸做到了极致。如今，在越来越多的可穿戴式设备普及的情况下，



12-19视野刘庆峰.indd 73 2018/10/23 10:16:05



没有屏幕或者屏幕很小，越来越多的设备可以在移动状况下使用，那么机器人不可能在每次进行交互时都要触摸一下，还要按一下身体上的某个按键，它一定要像人与人交流一样，在远距离或者几米之外进行沟通与交流。因此在无屏、移动、原厂状况下，人机交互正在进入以语音为主、以键盘触摸为辅的人机交互时代。

在这个时代中非常重要的就是语音和机器的交互，它要能听懂我们的讲话，自己能说话、能翻译，还能接受各种干扰，比如方言、噪音、多人说话等场景。为此，科大讯飞提出了人工智能时代的用户交互界面，现在已经推出了 3.0 版本。

首先是语音合成，我们不方便用眼睛看屏幕，只能用机器人念给我们听，以获得各种信息。不久前，在由美国卡耐基梅隆大学牵头的国际最权威的语音合成比赛 Blizzard Challenge（暴风雪竞赛）中，科大讯飞第十三次获得全球第一名，成为全世界唯一让计算机念英语超过真人水平的系统，播音员的成绩是 5 分，美国大学生是 4 分，科大讯飞是 4 分，全世界第二名是 3.7 分。也就是说，实现让计算机念英语超过真人的不是美国人，不是欧洲人，而是中国人。

如今，语音识别发展到了什么阶段？ 2015 年 12 月，人类首次现场直播机器和人类进行 PK，北京五名持证上岗的资深记录人员和科大讯飞的听写设备进行现场对决，公证机关进行公证，最终结果显示，五名记录人员的最高准确率只有 70% 左右，而机器的平均准确率达到 95% 以上，现在已经达到了 98%。

2010 年，科大讯飞首次宣告手机语音听写时代的到来，利用深度神经网络开始推出，

12-19视野刘庆峰.indd 74 2018/10/23 10:16:08

全球第一个语音识别开放平台。那时，科大讯飞实验室的翻译识别准确率是 80%，但真正推向市场准确率只有 60%，因为有各种噪音、口音以及网络丢包等现象的存在，但今天已经达到了 98%。背后的原因是什么呢？50% 是技术的进步，50% 是数据的积累。现在每天有 46 亿人次使用我们的技术，对于各种口音，机器都可以全部进行自动训练。在整个过程中，都是机器全自动训练，绝对保护用户的隐私。

在 2016 年底由 Google 组织的，在面向万物互联时代，多个人讲话、远距离讲话、噪音环境三个场景下的国际英文语音识别中，科大讯飞都取得了最好的成绩。

这便是如今的语音听写情况，值得高兴的是，科大讯飞的语音听写系统不仅在今年的全球消费电子展得到了很好的应用，另外，在南非金砖国家峰会上，以及科大讯飞与国际电信联盟在日内瓦举行的战略合作签署仪式上，我们的系统都得到了应用，进行会议记要，同时帮助做必要的翻译。在今年全国两会上，讯飞听见得到了很好的应用，充分表明了中国政府在使用新技术方面的勇气和决心，也是对科技创新企业的巨大鼓舞。

机器翻译到了什么程度呢？通常情况下，我们需要语音识别、文字到文字的翻译，然后再到语音合成。在今年的博鳌论坛期间，科大讯飞作为唯一官方指定的翻译机，经过选型给所有的志愿者和外国友人提供翻译机服务，如今已经是业界唯一达到大学六级口语水平的翻译机。可以这样说，最迟 2019 年上半年，我们的机器就可以达到专业八级的翻译水平。

不仅是中英互译，我们的翻译机现在涉猎 33 种语言，我们的目标是两年内达到 100 个语种，这就是今天机器翻译给世界带来的变化。

如今，中国国家外文局已经和科大讯飞签订战略协议，共同搭建中国的人工智能翻译平台，和世界进行交流。人类命运共同体的前提是人类的相互交流，以及在合作信任的基础上合作共赢，相信翻译技术会对人类的未来具有非常重要的意义。很高兴的是，中国的机器人和人工智能的相关企业会在这个进程当中发挥应有的作用。

机器人的前端交互“能听会说”的发展程度我们已经了解了，那么，后台的“能理解会思考”达到了什么程度呢？

机器人的后端：能理解会思考

从相关进展上来看，在阅读理解方面，早期评价人工智能谈及的都是图灵测试，理论上就是后台机器的交互之间的语言理解能力。

国际上最为权威的比赛是斯坦福大学牵头 的 SQUAD（Stanford Question Answering Daraset）比赛，里面包含一个大规模的机器阅读理解数据集（包含 10 万个问题），人工标注者看了文章以后提出问题并提供正确答案，机器看到文章以后回答问题，然后与人工标注者的答案进行比较。今年 1 月 22 日，在 微 软、Google、Facebook 和 IBM 都 参 加了比赛的情况下，科大讯飞获得了全球第一名，同时我们和微软是当时仅有的两个已经让机器的阅读理解超过真人水平的系统。根

12-19视野刘庆峰.indd 75 2018/10/23 10:16:08

据斯坦福大学给出的结果，人类回答这些问题的平均准确率是 82.3%，而机器已经达到了 82.48%。现在已经达到了 83%，即将超过 85%，这是历史上第一次机器在阅读理解上达到了人类的平均水平。

如今，从机器在理解方面所取得的成绩来看，是不是可以说，机器已经真的可以无师自通，自我改变程序、改变世界呢？在常识推理方面，在没有海量知识供它学习的情况下，机器利用自己的先验知识进行常识推理能够达到什么程度呢？ 2016 年，在纽约举行了著名的 Winograd 测试，主要是测试机器的二元推理能力。一些对于人类来说是很自然的话题，但对机器来说却是非常困难的。在比赛中，组委会认为只有 90 分才能进入第二轮，科大讯飞只得了 58 分，却得到了全球第一名。如今，我们已经做到了接近 70 分，去年底是 66 分，这个水平在二元推理上还没有达到 6 岁小孩的常识推理的能力，也就是说，我们在常识推理方面，在没有先验知识理论的情况下，把专用领域的训练变成通用领域的常识推理还有很长的路要走，需要在现有的深度学习技术的推动下，在算法体系和人类大脑的研究上做不断的突破。这就是人工智能的现状，但就今天已经达到的技术水平而言，我们已经可以深刻地改变这个世界了。去年，科大讯飞的机器人医生“小医”首次参加国际职业医师资格考试，满分为 600 分，分数线为 360 分，50 多万名人类考生参加考试只有一半能过关，而机器考了 456 分，超过了 96.3% 的考生。现在，这样的人工智能机器人已经在合肥正式上岗，开始诊断常见病。这是全球第一次让人工智能机器人具备了全科医生的潜质，今年 3 月它能够诊断 150 多种病，现在已经可以诊断 300 多种病，已经完成了 4000 多人次的诊断。未来，我们可以在很多地方建立人工智能诊疗平台，这样就可以给偏远农村的医生提供最好的人工智能助手，因为中国 800 万医生中只有 200 万医生有医师资格证，而我们不但可以拿到医师资格证，还可以取得非常好的成绩，这就是人工智能在医疗领域的变化。

人工智能在考试领域，相较于下围棋，则更为困难，因为作文是非常开放的领域，机器在英文作文和语文作文方面都已经超过了人类老师。所以现在教育部考试中心和我们合作的智能平台已经完成了 2000 多万份的人类英语作业和作文。但高考改革希望做到“一年多考”，如果没有主观题的客观公正评价，“一年多考”这项高考改革就很难实施，现在人工智能帮助我们将这一重大改革能够顺利地向前推动。

可以说，在很多专业领域，人工智能正在深刻地改变着每个行业，在学习顶尖专家知识和行业已有的数据方面，已经可以超过 90% 的普通专业人士，但是在常识推理上连 6 岁孩子的水平还没达到。下一步，人工智能要做什么呢？其实，人工智能和脑科学的结合是大家公认的大势所趋，今年 4 月，MIT 开发了一个新的头戴式设备，用来进行识别和打字，也就是用意念进行打字，准确率达到 92%。虽然不是开放的文字，而是给定的词汇，但这已经是非常厉害的成绩了。其实，类似这样的应用在去年年底的讯飞年度发布会上，也进行了演示，用脑电波控制几十种家电，现

12-19视野刘庆峰.indd 76 2018/10/23 10:16:08

场可以达到 100% 的准确率，后台的准确率可以达到 90% 以上，这是语音和脑机接口的结合，将为未来的人工智能和机器人的学习提供更多更直接鲜活的数据来源。

今年，我们和中国脑科学计划的牵头单位同济大学，达成了战略合作，双方共建“脑智同飞联合研究中心”，探索相关人工智能技术成果的产业化机会。还联合北京师范大学等单位，发起了“讯飞教育脑计划“，探索个体学习与课堂教学的新方法与新形式。用人工智能进行因材施教，根据学生的学习状况、知识水平，布置每个学生的家庭作业，从而极大地节约学生的无效重复学习时间。此外，根据脑科学的分析和发展，更进一步进行因材施教，根据个人所长规划未来的发展。有的人不适合学习数学，就可以去发展艺术和语文，有的人不擅长语文而在数学上有天分就学习数学，通过脑科学的前提研究帮助其未来形成更好的成长路径。如今，中国的一些科研单位、教育机构以及科技公司都已经开始进行探索。

人工智能的发展必须要依靠产业生态

如今，人工智能在各个领域有着广泛的应用，但就目前的技术而言，还需要专业知识，仅有深度学习的算法是远远不够的，还需要行业专家、行业数据，因此必须要让各个细分领域掌握专业知识、掌握数据，而且让创业英雄和科学家们合作起来。因此，科大讯飞提出人工智能发展必须要依靠产业生态，把我们的技术平台开放出来给所有创业团队以及所有科学家使用。现在我们平台上的创业团队数量已经超过了 81 万家，一年内增加了将近 50 万家，每天的使用量已经达到 47 亿人次。这样做有两个好处：创业者使用我们的平台可以快捷地开发出相关的应用，且后台的运营服务也是讯飞的人工智能云平台给予支撑，全世界顶尖的科学家都可以将技术集成在我们的 AIUI 平台上面，以供几十万的团队使用，相关数据在脱敏之后，在不侵



12-19视野刘庆峰.indd 77 2018/10/23 10:16:10

犯用户隐私的前提下便可以反哺我们的科学研究。我们把它叫做“赋能开发者，成就科学家”，现在已经和很多的科研机构在进行合作，努力把这个生态体系做大。

将这个生态体系做大，不仅需要少数企业在社会生活各个领域让 AI 来赋能，让机器人进入每个行业，还需要专业的人才培养。去年 10 月 24 日，在科大讯飞发起的“1024 全球开发者节”上，正式发布了“AI 大学”。到现在为止，学员数已经超过了 22 万。在此基础上，科大讯飞进一步把人工智能开放平台做得简单易用，从软件到硬件到参考设计到行业已有的标准专业数据库的共享等。以前用人工智能开发一个新的应用，比如用人工智能做一个教育产品、做一个理财产品或者做一个智能家居最少要三个月到半年，现在是一到三个月。我们相信，通过不断地给开发者赋能，大幅度地地减少开发者的前期投入，将会使得整个人工智能的生态在中国出现极大的繁荣，也会推动机器人进入越来越多的领域。

现在我们在机器人领域已经有 1 万多家团队，包括从大到小、各种各样的儿童陪伴以及到各种社会服务的机器人。在当今的发展趋势下，人工智能是需要全球的合作的。不仅是在源头技术创新上进行合作从而使得人工智能真正造福人类，而且还需要在伦理、人文和法律等相关体系当中进行合作。如果人工智能要改变世界，未来的五到十年内大量替代现有的工作岗位的前提下，如何拓展出更多新的岗位？如何使得社会保障体系和法律更加健全？如何在伦理上和人文上进行引领？没有中美之间的合作，没有全球发达国家和人口众多的发展中国家的合作是不可能为人类赢得未来的，所以在机器人的未来、人工智能的未来都需要更大的开放共享、合作共赢。

在此基础上，科大讯飞专门实施了讯飞的“AI+ 公益”“人工智能 + 教育”，让人工智能帮助乡村老师成为最好的老师，把最好的教育能力投放到农村；“人工智能 + 医疗”，我们在 10 个贫困县在线诊疗，极大地提升一线医生的水平；方言保护公益，从去年开始，我们的语音合成技术已经可以做到无监督训练，对于任何语种，自动地进行训练，便可以达到 3.5 分以上的个性化语音合成，从而可以真正开始在全球进行抢救方言的行动。现在，全世界 7000 多种方言大概每两周消失一种，使用 AI 技术抢救方言是有希望的。同时，用人工智能进行无障碍的公益，如今，中国很多残疾人学校应用我们的系统。

在未来，我们相信“AI+ 公益”会让机器人和人工智能以更有温度的方式造福整个时代，我们期待和更多的合作伙伴一道共同用人工智能建设美好的世界，共同推动机器人的繁荣和发展。

（本文根据“2018 世界机器人大会”现场演讲整理而成，未经演讲人审阅。）

手机扫码阅读

12-19视野刘庆峰.indd 78 2018/10/23 10:16:11

第六期征稿

《人工智能》第六期将于2018年10月10日出版

第六期的杂志主题拟定为“AI+金融”

欢迎广大专家、学者踊跃投稿

投稿邮箱：aiview@ccidmedia.com　咨询电话：010-88558766

杂志征订



《人工智能》杂志由工业和信息化相关部门主管，中国电子信息产业发展研究院、赛迪工业和信息化研究院（集团）有限公司主办。该杂志为双月刊，将精准聚焦人工智能领域，每期重点围绕“一个主题”，邀请业界专家从各个角度发表见解和研究成果。

《人工智能》是一本公开发行的杂志，它的媒体属性将有效地提升并扩大专家、学者、企业等在该领域的影响力；同时，该杂志将成为人工智能产业创新联盟的会刊。

每年6期的《人工智能》杂志就像是6本书，成为值得学习、收藏的人工智能宝典。更重要的是，《人工智能》杂志将不再仅仅是一本刊物，而是成为一个及时的、可信任的、业界认可的知识、经验、人才、创新合一的平台。

发行对象：

发行对象涵盖工业和信息化相关主管部门，人工智能相关高校、科研院所，包括“人工智能产业创新联盟”成员在内的企事业单位，以及所有关注人工智能技术和产业发展的人群。

杂志征订方式

单本价格60元，全年6期，共360元。双月10号出刊，现在接受全年杂志订购。

付款方式：银行转账

开户名称：北京赛迪出版传媒有限公司

开户银行：北京银行北洼路支行

银行账号：20000030565000007701154

付款方式二：

线上支付

（扫码进入微店购买）

注：请务必将您的信息（付款账号、姓名、电话、收件地址、邮编）发送至wangsongzhi@ccidmedia.com。

如购买过程中有任何问题，欢迎咨询010-88558799。

12-19视野刘庆峰.indd 79　2018/10/23 10:16:12

美国机器人产业的发展及展望

长期以来，美国的机器人产业发展一直处于全球领先的水平。但历史上美国机器人的发展并非一帆风顺，现如今也同样面临着不少问题和挑战。在 2018 世界机器人大会上，美国机器人工业协会主席 Jeff Burnstein 分析了美国机器人产业的发展现状和前景，以及协作机器人、服务机器人和机器人领域价值链整体的发展趋势。此外，他也谈及了美国机器人领域中具有前景的五个风险投资场景方向，并指出机器人对美国就业带来的是积极影响。



■ 美国机器人工业协会主席 Jeff Burnstein

从 IFR（国际机器人联合会）于 2016 年发布的最新数据中可以看到，全球工业机器人市场正在以健康的速度增长，其中最主要的增长来自中国。在全球范围内，自 2011 年以来平均每年增长约 12%，最主要的应用是材料处理和焊接，最主要的行业是汽车和电子。美国、德国、日本和韩国合计约占全球工业机器人市场的 74%。

20-25视野Jeff Burnstein.indd 72 2018/10/23 10:16:21

全球工业机器人市场

2016年新安装机器人
294312台

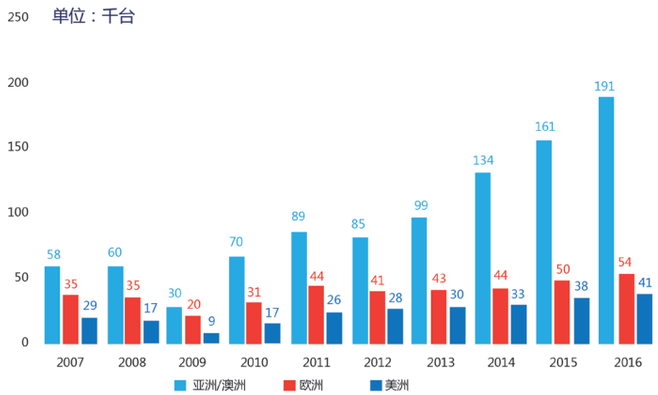
与2015年相比增长16%

2011-2016年年复合
增长率为12%

主要应用领域：
1.材料处理47%
2.焊接22%

主要应用产业：
1.汽车35%
2.电子31%

全球工业机器人年出货量估计（按地区划分）



非汽车行业应用是美国机器人产业长期成功的关键

根据 2018 年上半年北美的全新数据，美国机器人的新采购订单量下降了 21％。在全球机器人增长速度如此快的情况下，美国的销售数据却在下降，这看上去相当令人感到担忧。

美国机器人销售数据的下滑是由于汽车行业机器人采购数量的减少。2018 年上半年，美国汽车原始设备制造方面下降了 66%，汽车零件方面下降了 21%。对于美国和整个北美的机器人产业而言，汽车行业一直是具有周期性的行业。它会在某个时刻出现如同当前的暂停阶段，之后它又会在某个时刻复苏。当汽车行业购买机器人时，整个机器人市场情况很好；当汽车行业不购买机器人时，市场就会出现下滑。在某些年中，汽车行业甚至占到整个美国机器人采购订单量的 70%。

但数据同时也显示，仍存在许多有希望的领域。我们认为，美国机器人产业长期成功真正的关键是要扩展其应用领域，不局限于汽车行业，而要让各种行业的中小型企业都能够购买并使用机器人。同时，要让这些非汽车行业内的机器人购买量保持持续的增长。

在 2018 年上半年，汽车行业的采购订单量确实是在下降，但其他的行业却在以创纪录的速度增长，同比增长约 20%。比如生命科学、食品与消费品等行业中的机器人采购订单量实际上都在上涨。

美国并没有进行大量工业机器人的生产。这些工业机器人主要是在欧洲或日本生产的，现在有些是在中国生产的。美国擅长的是集成，拥有优秀的系统集成商渠道。美国先进自动化产业协会 A3（包括美国机器人工业协会（RIA）、先进视觉与影像协会（AIA）和运动控制和机电协会（MCMA）等子团体）

20-25视野Jeff Burnstein.indd 73 2018/10/23 10:16:22

中总共有约 172 名集成商成员。协会会定期调查他们对未来的想法。从 2018 年上半年的最新调查结果中可以看到，多数集成商对目前的状况持乐观的态度。这一调查结果体现了超过 1100 个成员公司的观点，能够代表整个美国大多数集成商的想法。

集成商与终端使用者距离最近，因此，他们的见解可能是最有价值的。有些集成商认为，美国未来 6 个月的机器人订单量会有所增长，并超过前面 6 个月的销售数据。40% 的集成商认为，在某些情况下，该增长甚至会超过 10%。这意味着，尽管 20％的整体下滑消息看起来很糟糕，但实际上仍有一些好消息。我们期待看到越来越多非汽车行业的客户进行机器人的采购，这将是未来一个非常好的趋势。现在，很多非汽车行业的中小型企业客户刚开始关注机器人。他们过去可能认为机器人的使用太复杂，成本太高，或者没有内部资源，但现在他们也在考虑使用机器人加大自动化的程度。

集成商告诉我们，汽车确实是集成领域最大的行业，但它其实也只占到他们业务的 20%。集成商的业务还包含很多其他的行业，比如零售商品包装、食品、医疗、航空、电子等。北美在机器人方面还存在很多尚未开发的增长潜力可以进行挖掘。

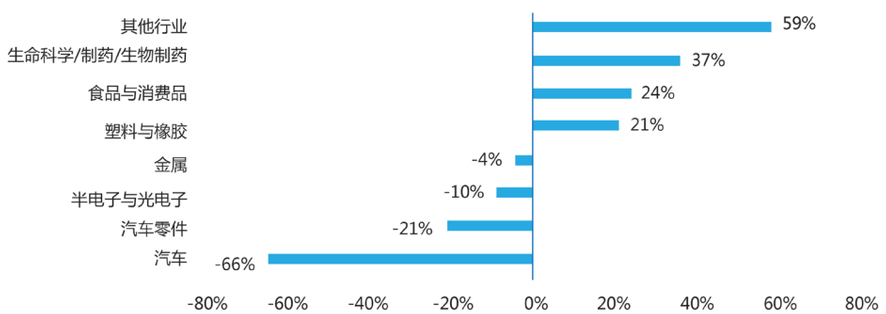
协作机器人具有广阔发展前景

在过去几年中，机器人产业最大的发展之一就是协作机器人的出现。现在全球范围内至少有 36 家类似的机器人厂商在做协作机器人。

虽然尚未有一个“协作机器人”的通用定义，但在人们眼中，协作机器人是能够和人类并肩协作且不会侵犯人类安全的机器人。协作机器人也是机器人相关理念在近些年中变化的体现。在过去，机器人基本上都与人类分离。各种各样的新应用由于协作机器人的出现而产生。这也是很多中小型企业开始关注机器人的原因。理论上来讲，协作机器人的使用更容易，安装更快速，所需空间更少，对内部工程资源的消耗也比较少。因此，协作机器人的市场前景很广阔。

机器人这个产业中新事物的发展是非常快的。不仅在美国，全世界都存在这样的趋势。协作机器人这类新型机器人在机器人已经存

产业增长（2018年上半年与2017年上半年相比，北美地区）



20-25视野Jeff Burnstein.indd 74 2018/10/23 10:16:24

在的行业中都有所应用。

在汽车行业中，协作机器人被应用于汽车装配。通用汽车公司在很多年里一直表示，最终的装配环节不能由机器人来实现，因为无法保证机器人和人类的合作足够安全。协作机器人的出现在这个环节中开辟了机会，它能使这种工作更加安全。在检查、处理、焊接等传统工作中，协作机器人都能够参与其中。

在航空航天方面也是一样。检查、钻孔、固定、焊接和封固的工作中都可以发挥协作机器人的作用。而且协作机器人目前已经能很好地完成其中的一些工作了。

电子行业可能是当前中国最大的协作机器人应用领域，尤其是消费电子的装配领域。除了装配之外，分发、检查和处理的工作也可以应用协作机器人。

生命科学也是机器人具有很大潜力的产业。数字显示，这个领域的市场正在增长，但数据的波动也非常大。未来，协作机器人可能会加速生命科学领域的增长。

众多服务机器人细分领域需要进一步深入

关于服务机器人的一些愿景已经变成了现实，但在工厂外场景中实用的服务机器人的研发进展很慢。在农业、医学、物流和国防等领域中，服务机器人已经有了一些用武之地，并且在这些领域中的应用也在增长。但其增长的速度仍然没有我们所预期的那么快。因此，现在我们也许应该更重点关注服务机器人。

医疗领域中存在很多应用服务机器人的机会。骨骼恢复和手术机器人是主要的应用方向。

家用机器人是服务机器人中的一个难点。提到家用机器人，人们想到的画面会是机器人帮助人类刷碗、洗衣服、做饭和做清洁。而现在市面上的家用机器人基本只是扫地机器人。iRobot 销售了 1000 多万个扫地机器人，很多其他公司也在做扫地机器人。但若想实现家用机器人在更大范围内的实用性，还有很长的路要走。而且，随着人口老龄化越来越严重，做到这种实用性是很重要的，我们需要更多的机器人来照顾老人。

军用机器人是比较有争议的领域。很多人担心机器人在军事领域的应用可能会对人类造成非常大的危险。但实际上，很多军事方面的机器人应用是在保护人类。比如，排爆机器人可以帮助拆解炸弹，部队支援机器人可以为军人运送物资。

农业上也有很多机器人的应用。食物对所有人都非常重要。如果机器人能够使得食物系统更加有效，这不仅仅对北美，对全球而言都是非常积极的现象。

机器人产业价值链的每个部分都在增长

整个机器人产业价值链的每个部分都在增长。工业机器人市场规模每年增长 15%，这也是最大的机器人市场。仓储和物流行业也是处于快速增长的状态。零售行业也在逐渐赶上。在商店、餐馆等场景中，能够见到越来越多人和机器人之间的互动。食品配送方面，机器人可以把外卖产品送到家里。

在整个美国，亚马逊、沃尔玛和 Target

20-25视野Jeff Burnstein.indd 75 2018/10/23 10:16:24

等大型超市的仓库中都是由物流机器人进行操作。这是最主要的一个应用场景。机器人在仓库中不仅进行材料的移动，还可以做材料的分拣。各种机器人技术可以帮助这些公司运作得更加有效，从而使得它们的仓库、分销中心能够距离人口中心更近一些，可以更快地把产品送到消费者的手中。

沃尔玛还应用陈列机器人。一般商店中都是由人来做商品陈列的工作。如果是由机器人进行商品陈列这种机械枯燥的工作，人就可以被解放出来进行更多的客户支持和客户服务。如果进入美国的超市，会有很多员工来帮助顾客寻找客户需要的东西或者提供建议。

安保也是服务机器人中非常重要的部分。从 20 世纪 80 年代早期，人们就想象有各种安保机器人出现。我们目前可以利用现有的技术在办公室进行远程监控等操作，但相关技术还没有发展得非常成熟，今后应该会有更加普遍的应用，也希望看到安保机器人领域更多的进展。

这些不仅仅是北美的趋势，同时也是在全球的趋势。

机器人产业中五个具有前景的投资方向

目前机器人的发展方面也存在一些主要的挑战，包括移动、抓取、人工智能、无人机和社交机器人五点。美国在这几方面也进行了风险投资，其中有成功也有失败。

移动方面有几家具有代表性的公司。Fetch Robotics 获得了 4800 万美元的投资去做移动机器人；Locus Robotics 同样专攻移动机器人，获得了 3300 万美元；Starship Technologies 获得 4200 万美元做快递机器人。可以看到，很多风险投资围绕在硅谷的周围，相信这些移动机器人很有发展潜能，所以才会提供资金助其梦想成真。

在抓取方面，Soft Robotics 获得了 2500 万美元的投资，RightHand Robotics 获得了 1100 万美元的投资。但目前还没有任何抓取器能够抓取所有的东西。机器人的抓取方式有所不同，有的需要两个手指，有的需要三个手指。但人们真正希望看到的是，有一个抓取器能够像人手一样灵活地抓取任何东西。目前，机器人还没有达到这个水平。

人工智能方面是当下的讨论热点。机器人的人工智能目前主要涉及机器学习——机器人可以自己学习，无需编程就能知道如何自己独立地完成被指派的任务，并且可能通过云对其它的机器人进行训练。但人们对人工智能常常有一个误解，认为机器人的人工智能会和人一样聪明，对人产生威胁。我认为，我们现在距离能够对人产生威胁的人工智能水平还很远，并不会很快就拥有这种通用的人工智能。

无人机方面在近几年也是一个热门领域，现在仍然有很多资金投入到无人机领域。视觉是其中非常重要的技术，尤其是对无人驾驶汽车来说。软银对无人机提供了 34 亿美元的投资支持。

尽管得到了很多的投资，但社交机器人在美国失败了。Jibo 几年之前得到了 7300 万美元的投资，但最终并没有能够为家庭提供社交机器人。MayField 宣布即将在今年后半段推出 Kuri 这样的社交陪伴型机器人产品，

20-25视野Jeff Burnstein.indd 76 2018/10/23 10:16:26

得到了博世的资助，但后来停止了生产。这一领域中，目前只有亚马逊的 Echo 做得不错。

未来的投资趋势需要更多地关注机器人在复杂空间中的自主移动，抓取的灵巧性，以及通过人工智能让产品更加智能且易于操作。技术越是能够使机器人的操作变得简单友好，机器人产业的发展越是有机会。

机器人的应用不会增加美国人的失业率

美国的机器人创业创新公司主要有四个聚集区。硅谷是创新集聚区，波士顿也有上百家机器人创业公司，此外还有匹茨堡和底特律。在底特律，无人驾驶汽车的初创公司尤其多。在这些地区，机器人并没有像很多人想象的那样取代人类，造成大规模失业。

我认为，机器人实际上没有消灭人类的工作，反而保障了人们工作并创造了新的工作。麦肯锡公司的研究报告指出，机器人会使得全球 8 亿个工作岗位消失。但这份报告中同时也提到，机器人会创造 8.9 亿个新的工作岗位。工作岗位的类型总是在不断变化的。20 年前，谁能设想搜索引擎优化师、社交媒体运营经理或者 App 开发员这样的工作呢？当时甚至没有这些平台。

根据美国近 20 年的发展情况可以看到，当机器人的销量提高时，失业率会下降；当机器人的销量下降时，失业率会上升。机器人的应用并没有增加失业率。因为当生产率提高时，公司会提供更多的资金去支持自动化和员工。现在美国的低失业率也有一部分得益于对机器人的大量投资和使用。

（本文根据“2018 世界机器人大会”现场演讲整理而成，未经演讲人审阅。）

手机扫码阅读



20-25视野Jeff Burnstein.indd 77 2018/10/23 10:16:31

傅盛：不希望机器人只是一个“噱头”

一家研发移动端应用软件的互联网公司为何与机器人结下不解之缘？这是外界对于猎豹移动的最大好奇点。在“2018世界机器人大会”的舞台上，傅盛回答了这个疑问，在他看来，机器人是时代赋予产业变革的新机遇，而互联网企业有优势在新一轮竞争中抢占先机。

什么是下一个更大的机会？任何一个企业都是时代孕育的产物，所谓创新，无非就是在社会快速变化的时候，抓住不同领域之间产生的缝隙，然后把其中需求发掘出来而已。我个人并不认为我们有机会去做所谓的“创新”，我们更多的是做发现，发现这个社会的需求变化，然后在恰当的时候去做一件恰当的事情，让它自然地生长出来。

机器人突破服务业增长瓶颈

猎豹移动在美国拥有数千万用户，所以我们很早就在硅谷设立了办公室，我个人也在硅谷生活过一段时间。我经常往返于中美两国之间，我发现与中国相比，美国的互联网服务相对落后。在美国，从网上购买的商品不会在几个小时之内就能送达。大约在四年前，我就发现中国对于移动互联网的应用水平已经领先于美国了，当时国内的竞争非常激烈，对手也特别强大，那时我们选择了国际化，在全球范围内推出了一款小型APP，专门用于清理手机中的垃圾文件和病毒，这款APP叫做“猎豹清理大师”。两年之内，我们便在全球拥有了数亿用户，到今天为止，“猎豹清理大师”仍拥有上亿用户。如今，在应用的研发和服务方面，中国全面领先于美国。大家可能都见过这样的例子，有些外国人来到中国生活一段时间后就不想离开，因为在中国只要拿着一个手机就可以出门了，这在很多国家都还是做不到的，比如在日本，很多地方还只是接受现金支付，每次遇到这种情况我都会感到头疼。

回头来看，中国之所以能提供今天这样的服务，得益于互联网技术的极大发展。我经常出国，有时候我觉得一些国家好像是上

26-31人物傅盛.indd 72 2018/10/23 10:17:00



猎豹移动 CEO 傅盛

一个时代的社会。一个领域过于发达，就会限制下一个领域的崛起，中国正是由于在工业化进程开展到一半的时候迎来了互联网化，因此使得服务业得到了大幅升级，但我认为这一波的升级已经到了一个转折点，整个服务业将会进入到瓶颈期。

为什么这样说呢？我有一个好朋友叫沈鹏，他曾经是美团外卖的负责人和创始人，后来他离开美团，创办了一家叫做“水滴筹”的互联网保险公司。我问他为什么要做互联网保险？他说过去在经营外卖行业的时候，每天都会有“外卖小哥”遭遇车祸或是各种各样的意外，那时他们会帮伤者筹款。后来他想，如果有一天他离开美团外卖的话，一定要去做一家能够帮助这些服务人员提高生活保障的公司，因此就有了后来的“水滴筹”。

今天的增长瓶颈在哪里？从社会背景上来讲，人口红利正在消失，年轻人不再愿意从事简单重复性的工作，每个人都想拥有更美好的生活。对于企业而言，保持“万人一致”的工作水准十分困难。当你经营一家小店的时候，你很容易通过匠人精神把服务做好，但当你经营十家店、一百家店、一千家店的时候，没有谁能够保证这种服务还可以做到高水平地一致。对于个人而言，在重复性的劳动中长时间保持高水准也是很难的。猎豹移动推出了机器人咖啡师“豹咖啡”。对于人类咖啡师而言，每天制作超过三十杯咖啡时，饮品的质量就会开始变得不稳定，因为人会疲劳，而机器人不会疲劳，它可以长期保证高水准工作。正所谓“由简入奢易，由奢入简难”，人们享受了高水平的服务之后想要退回来是很难的，我们会对服务变得越来越挑剔，与此同时，用人成本也会越来越高。

如何才能在提高服务水平的同时降低成本呢？这就需要用到 AI 技术。我曾经做过一款图片软件，后来我发现美图也做了一款图

26-31人物傅盛.indd 73 2018/10/23 10:17:02

片软件，并且推出了“大眼睛”功能。当时我们的程序员和产品经理都感到有些困惑，因为我们都是把照片做得越来越真实，他们为什么要把照片做得越来越不真实？由于当时没有 AI 技术的应用，所以用户在使用“大眼睛”功能时，需要自己去点击图片中人物的眼睛，那时的我就在想，为什么不能自动找到图片中人物的眼睛，然后把它变大呢？后来我们研究了很多人脸识别技术，但由于当时的技术条件有限，软件只有 60% 至 70% 的概率去自动、准确地识别出图片中用户的眼睛，这个概率无论如何也提高不上去，后来我们只好放弃了。大约在两三年前，我发现很多小团队研发的产品，能够把人脸识别技术应用得非常好，后来我慢慢地知道了 AI 技术。在机器人领域，有一个词叫做“Perception”（感知），AI 让机器人第一次拥有了接近于人类的感知能力，可以在某个领域或某个应用场景达到接近于人类能力的水平，甚至在某一点上超越人类。

AI 赋予机器人产业新机遇

我们迎来了一个非常巨大的历史契机，如果没有 AI，摄像头获取的所有画面在计算机里面都是简单的 0 和 1 的字符串，只有当 AI 出现后，计算机才能够识别人脸和语言，才使得服务机器人产业有了新的机遇。当我想清楚这个问题以后，我又对机器人产业展开了新的思考。在 AI 出现之前，绝大部分机器人都是机械化或自动化的工具，很难拥有自主感知能力，所以机器人更多时候是在执行既有程序，完成预定的工作，这使其很难与周边环境发生实际的、自主的交互。只有当 AI 出现以后，我们才有可能使得这些机器人从工业生产线走出来，走入我们的生活场景。生活场景是比工业生产线大十倍甚至百倍的场景，这是一轮非常关键的历史契机。

在工业制造方面，我们没有机会与领先企业竞争，但 AI 的出现使得机器人变成了一个非常跨界的技术，只有机械制造技术是不



26-31人物傅盛.indd 74 2018/10/23 10:17:04

够的，只有 AI 技术也是不够的，除了这些以外，我们还需要有互联网的应用。我并不认为今天会出现一个可以跟着你到处完成所有任务的机器人，就像你即便拿着手机也不能实现所有的功能，你需要下载一个又一个专用的 APP。通过这种垂直维度的思考可以发现，用互联网思维重新思考机器人，可以找到很多垂直场景的应用，我们有机会把用户体验、机械制造、人工智能结合起来，做成一个又一个垂直场景的机器人。

我自己总结了一个机器人公式，即“AI+ 软件 + 应用 + 服务 = 机器人”。今天，即便在某个领域特别突出的企业也未必能做出一款真正可以满足用户需求的机器人。如今很多人在讲技术创新和黑科技，其实技术创新和黑科技的本质都是给用户提供服务。我自己并不算是科班出身的技术人员，2002 年进入互联网行业的时候，我就莫名其妙地得到了一个叫作“产品经理”的职位，如今看来，我当时应该算是国内互联网领域的第一批产品经理。那时的我并不清楚产品经理应该做什么，但我一直在思考用户到底需要什么以及如何把技术包装成用户需要的产品。当时遇到的最大问题是负责软件开发的同事能够写出很好的程序，但用户却不会使用，后来我们意识到，了解用户需求才是最关键的。

后来我自己做安全软件，带领只有几个人的团队对抗拥有几百名员工的传统杀毒公司。虽然我们使用了一些简单的技术，但却快速满足了用户的安全需求，这使得我们制做的安全软件在短短两年内，就在中国拥有了超过 50% 的覆盖率。此后，我又做了一款叫做“猎豹清理大师”的应用产品，并且在美国提供下载，虽然这款应用看上去比较普通，只是把手机当中的垃圾文件清理掉，让存储空间变得更大，但却在全球范围内广受好评。对于机器人而言也是如此，一定要为用户提供他们真正需要的服务，把所谓的黑科技变成便于使用的服务。我和猎豹移动共同投资了一家叫做“猎户星空”的公司，该公司负责打造 AI 的全链条技术，通过结合猎豹移动过去十年积累的用户体验，打造真正有用的机器人。

如何打造真正有用的机器人？

猎豹移动在全球拥有数亿月度活跃用户的时候，智能手机已经成为了非常成熟的生态，只需要在手机端开发一款应用，就可以让全世界的用户使用。但今天的机器人不是这样，AI、硬件、用户体验，其实每个环节都处于早期阶段。对于“深度学习”这一概念，大部分人都不会感到陌生，但深度学习还处在非常早期的发展阶段，很难寻找到符合需求的技术方案，所以我们下定决心，根据自己的需要去定制所有技术环节，使得其组合起来能够变成在用户层面使用效果非常好的产品，为此我们付出了很多精力去研究语音识别、视觉识别、自主导航以及机械臂等技术。

很多人会有疑问，他们觉得我是做移动端应用软件的，怎么能去研究深度学习？好像深度学习只有大公司才能做，我认为恰恰相反，深度学习给我提供了一个“弯道超车”的机会。过去，不同感知学专业领域之间的差别非常大，每个领域都需要有专门的专家，但 AI 出现以后，不同专业领域都变为了集中

26-31人物傅盛.indd 75 2018/10/23 10:17:04

的底层，神经网络模型能够在语音识别、人脸识别、图像识别等方面达到同样的效果。这使得我们有机会用一个通用型的技术模型，解决各个领域的感知问题，所以我们定义了机器人的眼、耳、口、鼻、手、脑，在每个环节分别打磨技术。打磨的过程当中，我们又想避免自己成为研发型公司，所以我们在每个领域都推出了相应的产品，让用户检验我们的技术是不是真的好用。

我们的人脸识别算法获得过多项赛事的冠军，但这些都只能表明模型的能力，还需要在很多地方落地。这是互联网公司的优势，我们在全球拥有几亿月度活跃用户，在美国也有最大的第三方直播平台，每天有几十万用户在线上直播，直播中蕴含人脸数据，这使我们的人脸识别效果能够得到快速提升。

我们还开发了一套以语音为基础的操作系统。我们认为语音识别并不是高不可攀的黑科技，它的核心是交互界面。乔布斯说过，每一次交互界面的变革都是产业革命的机会。从键盘到鼠标到触摸屏再到语音交互，其实是一代又一代的交互革命。我非常看好智能音箱和咨询服务机器人，它们使得用户再也不需要在屏幕上面操作，而是用最自然的方式表达，这种表达的目的不是为了和机器聊天，而是通过语音获取自己想要的内容和服务。

我们还研究了室内导航技术。如果一个机器人不能自主移动，那么它就与平板电脑没有什么本质区别。我们思考的最核心问题不仅是让机器人能够移动，而且要用很低廉的成本移动。我们采用了“激光 + 视觉”的导航方案，激光传感器的成本大概只有几百元，我们利用大量优化算法使得激光和视觉能够配合，从而让机器人能够在室内空间自主移动和避障。

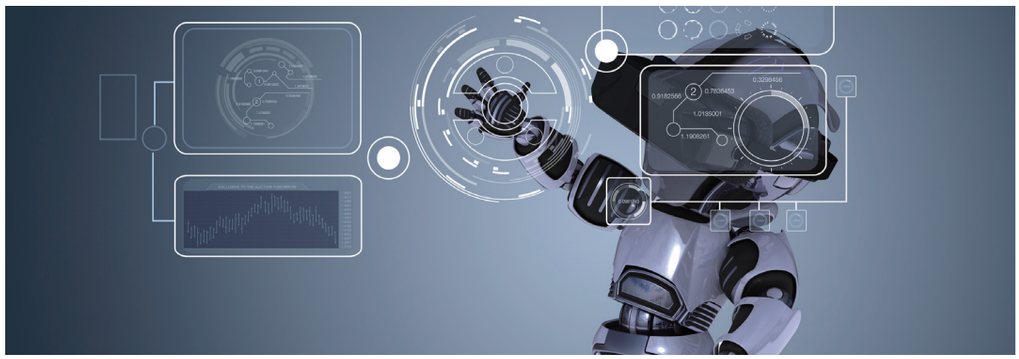
我们为机器人设计了麦克风阵列，因为机器人一定要能够在嘈杂的环境中，非常精准地听到用户的反馈。我们自己打造的机器人在高噪音环境中基本可用，尽管不能 100% 保证每句话都可以听懂，但对于用户而言已经可用了。

我们借助不同厂家研发的芯片为我们自己的机器人提供充足算力。今年 3 月 21 日，我们在水立方发布了五款机器人，很多人问为什么要发布这么多款？为什么不只做一款？当然，这 5 款机器人中有我们自己研发的，也有我们的合作伙伴以及我们投资的生态系的公司研发的。但最主要的原因是机器人行业尚处于早期阶段，我们很难让机器人像智能手机一样，通过下载不同应用软件满足用户多种使用需求。这是化整为零的策略，让不同的机器人在不同的垂直场景提供不同的服务，让产品和用户一起成长。当用户的反馈越来越多时，我们就可以慢慢抓住用户的真正需求，在此基础上推出统一的产品。

猎豹移动已经开始让机器人取代了前台的工作人员。当然，前台工作人员的离职率确实也很高，相信这是大部分公司都面临的问题。当外部访客来到猎豹移动的时候，前台服务机器人“豹小秘”会介绍公司的发展历史。其实，不仅是在猎豹移动，“豹小秘”在鸟巢附近的博物馆也已经正式“上岗”，游客只需要扫描一下二维码，机器人就可以为其提供讲解服务。

除了信息咨询服务之外，我们还在思考

26-31人物傅盛.indd 76 2018/10/23 10:17:04



另一个问题，那就是有没有机会让机械臂从生产线走入生活场景？以前走不出来的核心原因是因为机械臂太贵了，一只机械臂动辄几万、十几万、几十万的价格，让其很难进入生活场景。为什么机械臂会这么贵？因为在 AI 被应用于机械臂之前，所有机械臂都需要通过高度个性化定制才能执行具体动作，所以那时我们对机械臂的最高要求在于它的精度，因为在工业生产环节中，一旦机械臂到不了那个位置就拧不了那个螺丝，会导致整条生产线停下来。今天由于有了 AI，即便是误差稍微大一点，我们也可以让机械臂重新做校正。

我们在机械臂上加了摄像头，使其可以校正自己的动作。举例而言，老年人的手即便有轻微颤抖，却依然可以穿针引线，因为在这过程中有视觉的辅助。把 AI 和机械臂结合在一起，我们就有可能用低成本的方案制造出更多满足用户需求的机械臂。我们非常有信心让机械臂的价格亲民化，使机械臂被大量应用，完成那些重复性的劳动工作。

我们利用机械臂制作了机器人咖啡师“豹咖啡”。如今，不需要编程，只需要一个人来做动作示范，机械臂就会完全根据这个轨迹来动作。我们研发了一套关于学习运动轨迹和运用多个子动作拖拽完成机械臂运动的软件，有了软件和 AI，整个机械臂的运转变得更加容易。

让机器人越来越普及

我们希望让每个小卖部都能够提供五星级酒店的服务。一旦我们的机器人能够在一个非常简单的垂直场景接待用户、介绍产品并且让用户满意，那么它就可以大量复制。如今，我们可以让每个小卖部像五星级酒店一样提供热情洋溢的服务，同时也希望让每座乡村的民众都能品尝到高级咖啡师制作的咖啡。未来，机器人会越来越便宜、越来越普及，让大家能够在追求梦想的同时享受更好的服务。

我们希望做出真有用的机器人，不希望机器人只是一个噱头。机器人应该切切实实地为我们提供服务，成为人类的好伙伴。

（本文根据“2018 世界机器人大会”现场演讲整理而成，未经演讲人审阅。）

手机扫码阅读

26-31人物傅盛.indd 77 2018/10/23 10:17:06

专访 Brad Nelson：那些个子虽小却功能强大的微型机器人

□文 / 熊安迪

在讨论机器人产业的时候，人们总是下意识地就把“机器人”定义在了常规大小机器人的范围内。但实际上，在机器人界还存在着一个不能忽视的特别分支——微型机器人。它们的个子虽小，但功能可不弱，尤其在关系到每个人的医疗健康领域中有着巨大的发展空间。瑞士苏黎世联邦理工学院教授 Brad Nelson 作为微型机器人方面的专家，出席了 2018 世界机器人大会并接受了本刊的专访，为微型机器人的技术和应用前景做出了解读。



“机器人是一个涉及多维度专业的科技领域，微型机器人更是如此。它不仅需要机器人学的知识，还需要工程学、计算机科学、材料科学、生物医学等方面的相关知识。”Brad Nelson 道出了微型机器人所涉及专业的多元性。

瑞士苏黎士联邦理工学院作为一所拥有 160 多年历史的科技院校，已经培养了很多杰出的科学家，也为 Brad Nelson 的研发团队提供了强大的支撑。Brad Nelson 的团队在实

32-37人物Brad Nelson.indd 72 2018/10/23 10:17:15



▣ 瑞士苏黎士联邦理工学院教授 Brad Nelson

验室内所做的事情包括力传感和力学生物学在微型技术中的运行机制。人们知道机器人需要与现实世界产生交互，但微型技术中的交互却很少为人所理解。Brad Nelson 表示：“我们所做的就是尝试去更好地理解这种交互，并对此进行建模和描述。”

他还指出，在微型机器人中，磁力学是很重要的一点，包括如何使用磁力进行驱动。此外，材料与制造也是制造这类机器人的关键。大型机器人上能够装配发动机、传感器等多种装置，但微型机器人体积非常小，必须从根本上思考所使用的材料及其之间的相互作用。

微型机器人改变医疗方式

微型机器人的应用在医疗领域中最为先进。在过去 10 年中，医疗机器人的发展是非常成功的。

“现在全球不少医院已经在使用机械臂，有超过 300 万个手术是通过达芬奇机械臂完成的。”Brad Nelson 告诉记者，他在网上看到过不少以机器人和机器人技术为卖点的医院广告。“在西方，通过机器人进行手术已经比较常见，并且正在进一步普及。”可以说，医疗是一个前景广阔的机器人应用领域。

而这种普及不仅限于机器设备。约翰·霍普金斯大学的 Russ Taylor 教授是医疗机器人非常重要的奠基人之一。他曾经说过，“人类临床医生和基于计算机技术之间的协作将从根本上改变 21 世纪手术和介入医学的操作方式，正如计算机技术改变 20 世纪的制造业一样”。Brad Nelson 对这句话也深表同意。他说：“机器人和计算机将改变医学的方式。”

熊安迪 本刊编辑

32-37人物Brad Nelson.indd 73 2018/10/23 10:17:17

机器人除了对人们进行手术之外，还能够采集医疗信息，跟踪诊断结果，改进治疗方法等。”

医疗机器人领域已经取得了不少成就。商用的外科机器人主要涉及骨科、神经科、心脏病科、肠胃病科和肿瘤科。中国在开发医疗机器人方面也非常活跃，已经有了很多商用上的成功案例。“医疗机器人技术往往具有很高的利润率，”Brad Nelson 表示。

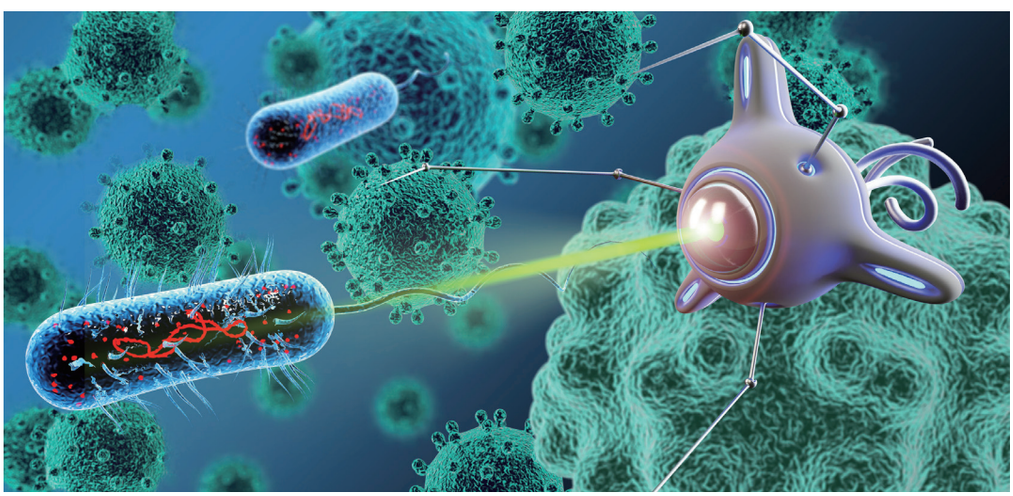
微型机器人个子虽小但功能强大

早在多年前，科幻作品就探讨过微型机器人。科学界也从相关的科幻电影当中获得了许多灵感上的启发。但科幻电影不用顾及物理学和现实世界，也不用担心制造过程中的材料技术，可以进行随意的想象，而研发人员在做微型机器人时却必须考虑这些问题。

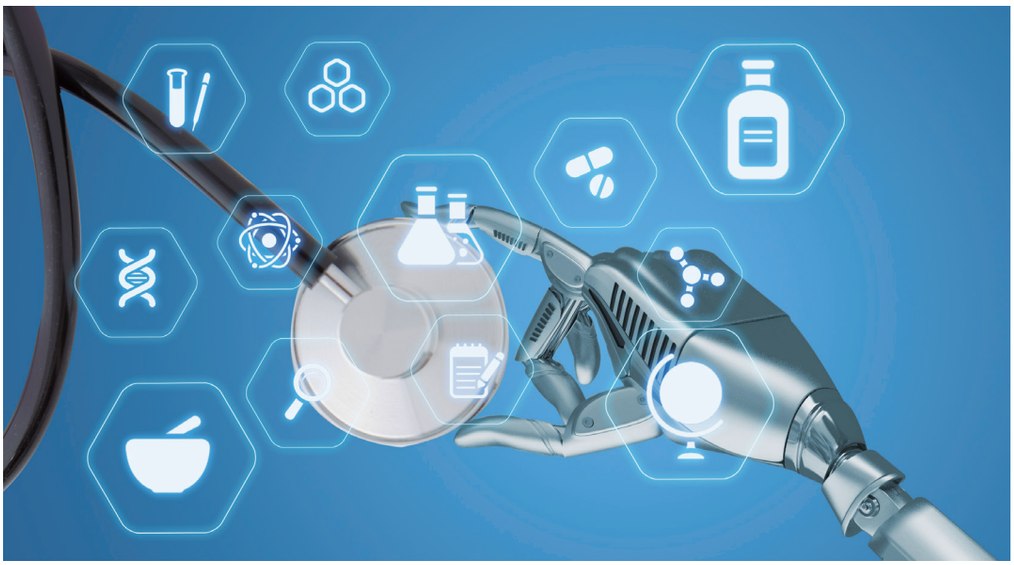
微型机器人领域的研发比较消耗金钱，需要很多对该领域的公共投资。因此，需要确保在研发微型机器人的过程中，这个领域具备未来发展的商用潜力。如 Brad Nelson 所言，在研发人员开始进行微型机器人研发之前，需要思考自己的商业计划，综合考虑各项情况。

个头小，是微型机器人最直观的特点。但它们与常规大小机器人之间的差异远不止于此。说到这一问题，Brad Nelson 主要谈到了三点：

“在微型机器人的研发中，首先要考虑的就是如何使其移动。如果将微型机器人放进一个人的身体当中，使用发动机或者电池进行驱动是相当困难的。我们能够使用的一种方式就是磁力驱动。在缓慢变化的磁场中，人们会非常安全和舒适。关于磁力有两件事需要了解。一是随着磁场的增强和减弱，可以在类似铁的磁体上创造磁力，使它们沿着一定的轨迹移动。二是可以通过旋转磁场来转动磁体，如同指南针中的指针，通过在小



32-37人物Brad Nelson.indd 74 2018/10/23 10:17:18



磁体上产生力和扭矩，使它们在人体中移动。微型机器人是在磁场环境下进行操作，这是与常规大小的机器人的区别之一。

“第二点差别是它在制造过程中所使用的都是如同计算机芯片一样体积非常小的部件，主要是半导体材料。

“第三点差别是它可以应用于生物成像技术，使人们清晰地看见一些肉眼难见的情况。”

他兴奋地表示：“我们的研发首次展示出，可以采用毫米级的小型磁性设备并在 3D 空间中非常精准地移动它们。”这也是微型机器人技术首次到达这种级别的精确度。

微型机器人在医疗领域应用广泛

医疗领域中的机器人应用不再仅限于常规型的机械臂。微型机器人也可以在这里大展拳脚。Brad Nelson 介绍了其中几项已经取得了进展的应用方向：

“首先，微型机器人可以应用到眼科手术中。视网膜的结构非常精细，在眼部进行微型手术是一项非常艰巨的任务。因此我们考虑用微型机器人治疗眼部疾病。其中一种疾病叫做眼部黄斑变性疾病。在发展中国家和发达国家，该疾病是失明的主要原因，而且几乎 10％的人口都会患此病。但幸运的是，大约 10 到 15 年前开发出了一种治疗方法，将药物注射到眼睛中，能够控制这种疾病的发展并且保持视力。很多人能够从中受益，也有这样的潜在需求。这也成为了我们在眼部疾病治疗中使用微型机器人的动机。微型机器人可以被注射进入眼睛，在眼部游动到视网膜，然后直达变性的源位置，并非常精确地释放药物。这种方法有很多优点，因此这几年我们不断研发磁力操纵系统，也在小

32-37人物Brad Nelson.indd 75 2018/10/23 10:17:21

型动物身上进行了实验。我们开发了尺寸约为 1/3 毫米大小的微型机器人，将它放入细小的针头中，能够不带异物感地注射到眼睛中，并且可以进行发丝级别的精细移动。

“它也可以应用在心脏疾病的治疗上。微型机器人无法被注射到心脏中，让它在心脏中游动，因为心脏部位有太多的血流和物理阻碍。我们可以做的是采用导管，然后将导管的尖端磁化，使这个尖端成为类似微型机器人的存在，从而利用技术使导管在心脏中移动。在心脏疾病方面，我们正在做的是治疗心律不齐。我们已经做了一些临床实验，导管可以直接导入心脏里面，甚至可以触碰各个地方以判断这种心脏信号的产生是否正常，并且使心脏恢复正常的跳动节奏。外科医生无需在患者旁边就可以远程操控机器为其进行手术，这也是未来医疗机器人的发展方向。

“类似的还有微型磁力驱动内窥镜，可以用来检查肠胃。”

Brad Nelson 团队已经能够研发出这样的技术以及能够使物体发生移动的方式，但他们所希望做的不仅限于此，他们希望微型机器人还能够执行其他的任务。他们进行了一些实验，发现了微型机器人还能够应用于基因转染。“在培养皿中，特定的目标细胞被口腔细胞样本包围着，左边还有肾脏细胞的样本。微型机器人可以被驱动，穿梭在这些细胞中并触摸单独的细胞。我们发现，可以将 DNA 附加到这些机器人身上，当触碰到每个单独的细胞时，DNA 会被转移到细胞中。我们可以选择我们需要的细胞，并通过微型机器人将我们所需要的基因直接传递给该特定细胞，从而实现基因转染。”

Brad Nelson 表示，研发人员通过微生物也能够获得一些微型机器人的灵感。

很多微生物，比如布氏锥虫这种寄生虫，它们很柔软，能够改变自己的形状。它们能变成长条的形状以便游动，在无需游动的时候又保持短粗的形状。根据它，可以想象一种可以在某种情况下游动的装置，然后可以触发它使它停止游动，并将药物在特定的位置释放出来。理想的微型机器人也都是柔软、灵活的，能够根据环境做出不同反应，改变自己的外观。温度、光照以及对诸如细菌的席位感应等条件都会对它们产生影响。

“我们已经能够证明，现在使用一些内部含有磁珠的特定智能聚合物，并照亮这些聚合物，微型机器人可以实现打开和关闭，移动和游动，以及调整至一个不会随意移动的稳定形态。”Brad Nelson 由此道出了材料选择在微型机器人的研发制造非常关键的重要性。“微型机器人所使用的材料需要经过严格的选择。磁性材料和聚合物材料都需要具有生物适应性，不会产生有害的副作用。”

微型机器人的未来发展方向

当前微型机器人研发的重点是将从它们应用到生物体上，并理解它们和环境的互动方式。

现在微型机器人还没有真正应用在人体内。但 Brad Nelson 认为，在未来 5 到 10 年中这种技术一定会在人体内得以应用，辅助进行药物治疗或者是疾病治疗，尤其是在脑疾病治疗和心脏动脉治疗等方面。

32-37人物Brad Nelson.indd 76 2018/10/23 10:17:21

微型机器人在医疗领域应用的研发也正在进行激烈的竞争，比一比谁能第一个用微型机器人成功地治疗人类。“机器人在医疗领域的广泛应用只是时间问题和对传统观念的突破问题，”Brad Nelson 表示。

微型机器人在医疗中的应用是为医生服务的，很多医生都在寻找相关的临床应用。但实际手术中的操作是非常复杂的，很多时候，研发者对实际的手术任务总是想得太简单了。工程师和医生思考问题的方式也有所差别。Brad Nelson 告诉记者，对医生而言，机器人材料的安全和生物兼容性以及机器人本身是否会伤害到病人是他们最大的担心。因此，研发人员需要加强和医生的沟通，以保证能够对手术有更好的了解。对研发者而言，真正了解手术如何进行，手术室如何运行，以及能否将微型机器人系统整合到手术之中是非常重要的问题。从实验室走向真正的落地应用的过程必须循序渐进，并且需要大量的时间进行试用。

在微型机器人上对聚合物和柔性材料的使用，其重要性如同它们对于柔性机器人一样。3D 纳米打印的出现也为这个领域带来了变化，使制造的结构规模达到了从未预想到的规模级别。

Brad Nelson 还特别指出了微型机器人在中国医疗中的发展潜力。“大量的人口意味着对医疗服务的大量需求。而机器人也许是进行治疗的方式之一。医疗机器人技术已经取得了一些进展，而且利润空间很大。”

很多传统医疗公司看到了这个领域的前景。但将想法变成现实还是需要很长的时间。因为将机器人注射到人体中确实涉及到很多非常复杂的问题。如果出现差错，并不像扫地机器人出现差错时那么容易进行处理。

微型机器人在医疗领域的应用必须通过所有医疗器械相关法规的审批，比如得到中国 CFDA（国家市场监督管理总局）认证、美国 FDA（食品药品监督管理局）认证或者欧洲 CE 认证。这需要花费很多的时间和资金，并且需要有远见才能实现。

此外，微型机器人的商用也是一道难题。Brad Nelson 表示：“它和传统工业机器人和服务机器人是不太一样的。我们希望这种通过机器人进行手术的方式能够在全世界进行应用，而不仅局限于一部分地区。因此，它的成本必须大幅度下降。对医生的培训也是非常重要的，复杂的流程必须得到简化，从而使得医生能够更快速地学习，然后进行远程操作，最终帮助更多的患者治疗疾病。”



手机扫码阅读

32-37人物Brad Nelson.indd 77 2018/10/23 10:17:23

洞察欧洲机器人产业前沿发展

以机器人为代表的新一轮科技变革风潮，正快速改变当今社会的生产生活方式。从工业生产场景到生活服务场景，随处可见机器人的身影，它正以前所未有的速度融入经济发展的方方面面，并逐渐成为经济增长的新支点。

欧洲作为世界经济最发达的地区之一，在过去的每一次工业革命浪潮中都担负起了“领头羊”的角色。如今，面对浩浩荡荡的新变革，这片孕育创新的沃土自然不会“隐匿江湖”，相反，这里的学者正在加速推进技术落地，助力产业转型升级，以钻研的姿态立足于科技前沿，奋力书写新的成绩。

本期智能论坛将详细梳理欧洲机器人领域专家学者的真知灼见，与你一同探寻科技界的最新研发成果，共同领略欧洲机器人产业的魅力。



38-39智能论坛开篇.indd 12 2018/10/23 10:19:56

P40 解读欧盟“地平线 2020 计划”对机器人产业发展的影响
P45 欧洲机器人学的发展与未来创新
P51 优傲：新一代机器人
P56 脑机接口的研究现状及未来应用的展望
P61 基于强化学习和智能传感器控制的工业机器人实时运动规划

EUROPE



38-39智能论坛开篇.indd 13 2018/10/23 10:19:56

解读欧盟“地平线 2020 计划”对机器人产业发展的影响

2017 年 12 月，欧盟发布了“地平线 2020 计划”2018—2020 年阶段的研发计划，这是该计划自 2014 年实施以来发布的第三期，也是最后一期计划项目。在 2018 世界机器人大会上，意大利机器人及自动化协会主席、欧盟委员会顾问 Rezia Molfino 首先分析了欧洲工业的发展情况，然后就“地平线 2020 计划”及其新方向和影响做出了分析和解读。她指出，工业是欧洲经济的核心，“地平线 2020 计划”能够利用科技创新促进欧洲工业的可持续发展。

创新技术促进欧洲工业发展

工业是欧洲经济最大的商业和研发来源，并且与知识密集型和服务密集型产业密切相关。自 2000 年以来，欧洲的工业化经历了一段明显低潮的时期。但近年来，这种情况发生了逆转，制造业结束了下滑的现象。工业通过全球和本地价值链中的业务为欧洲的繁荣做出了贡献，并为欧洲提供了制造业中 1/5 的就业机会。工业是欧洲经济核心的部分，对欧洲整体的经济发展至关重要。

制造业在提高生产力和创新方面发挥着重要的作用。目前我们主要致力于将工业生产中一些危险的工作交由机器人来执行，从而实现更加绿色的生产方式，增加更安全的新型工作岗位，并且创新出更多的定制商品和服务。在欧洲，制造业中每新增 1 个就业岗位，在其他领域中就将创造 0.5-2 个工作岗位。如果失去了制造业，就失去了让未来变得更加美好的能力。

有一个非常关键的问题——如何将已经开发的技术和研究以及创新的技术进行传播和扩散。因为人们对于创新的接受过程和其落地应用过程往往都会比较缓慢。人们总说，即便是在德国，完全转向工业 4.0 可能也需要 20 年的时间。此外，在实施创新面也会存在一些障碍，主要障碍是中小企业没有足够的实力和信心去应用这种创新的关键技术。全球只有 1/5 的制造业企业使用了创新技术和解决方案。研究发现，未来的 8 年中将有

40-44智能论坛Rezia Molfino.indd 72 2018/10/23 10:19:43



▣ 意大利机器人及自动化协会主席、欧盟委员会顾问 Rezia Molfino

约 10 万个传统工作岗位会衰落，而其中有一些工作肯定会消失。欧洲工业需要这些新技术为未来创造工作岗位。欧洲的劳动力也必须能够不断地提高技能，从而适应新的技术，特别是机器人技术。

欧盟需要一些行动以应对这些主要的挑战。创新者、创业者和投资者拥有大量机会利用创新技术，但我们必须打破生产者、供应商和消费者之间的障碍和壁垒。欧盟委员会决定优先发展创新技术的示范项目，不是依靠关于创新的纸上谈兵式的研究结果，而是将研发的结果转化为具有实验性的试点工作。此外，需要解决数字技术以及数字化单一市场中的新商业模式问题。与此同时，还需要意识到并遵循产品生命周期和循环经济的规律。欧盟对解决这些挑战持积极的态度。如果能够抓住新技术和环境带来的机会，欧洲的工业将会发展得非常顺利。

“地平线 2020 计划”促进科技创新

全球的机器人研发可以分为三个主要的区域：亚太地区、美洲地区和欧洲地区。这些区域的主要国家在机器人研发项目方面都有着不同的标语，这些标语指出了这些国家机器人研发的战略。日本的标语是“机器人新战略和机器人革命”；韩国是“打造人人拥有机器人的社会”；中国是“促进机器人技术和产业的发展”；美洲地区，也就是美国，主要是要“普及协作机器人”；在欧洲地区，欧盟的战略是“地平线 2020 计划”，其中，德国是“人机交互的创新潜力”，意大利是“工业 4.0”。

欧盟拥有世界领先地位的一流科技和工

40-44智能论坛Rezia Molfino.indd 73 2018/10/23 10:19:45

业。要使得欧洲的工业技术能够保持领先，需要将技术转变为可以为人们所使用的具体方案和应用。

任何研究如果不能应用到现实中就不算是完整的研究。在“地平线 2020 计划”的框架下，它能够应对一系列社会挑战并且发挥人们的创造力。它是整个欧盟的合作计划，几乎囊括了欧盟所有科研项目，分为基础研究、应用技术和应对人类面临的共同挑战三大部分。这其中有十项重点工作，主要目的是整合欧盟各国的科研资源，提高科研效率，促进科技创新，推动经济增长和增加就业。

该计划的行动路线有市场设定的要求。有一些技术在驱动能力的发展，以便满足这个市场提出的需求。从终端市场的角度来讲，医疗健康、农业和制造业等领域的垂直市场提出了一些需求，需要有新的技术适应并满足这些需求。

适应力、移动力、操控力、配置力、决策力、认知力、感知力、互动力等都是所需的系统能力，需要有智能技术的贡献，也需要将人机和各种信息进行交互，不应该为目前的技术所约束和限制。

欧盟的 SPARC 机器人研发计划建议实现技术集群。这需要各种主要技术之间实现相互整合和连接，以便整个系统能够发挥作用。同时，也需要有更好的机器、系统以及行动和感知力。欧盟的“地平线 2020 计划”也会对机器人行业产生影响。教育和文化委员会提到了该计划在机器人时代的影响就是最大限度地增加就业机会，提高工作技能。

机器人是“地平线 2020 计划”的新方向

现在的挑战是要将所有与机器人相关的研究课题和所有新的应用领域进行开放。这些可以通过创新系统的创建以及机器人比赛



40-44智能论坛Rezia Molfino.indd 74 2018/10/23 10:19:46

的方式实现。通过机器人比赛，可以详细评估机器人的功能。

机器人的核心技术也是“地平线 2020 计划”的主题。使机器人系统更加自动化主要基于以下几种核心技术：人工智能、认知能力、机电一体化、社交性的人机交互以及基于模型的设置和配置工具。目前我们面临的挑战是系统互操作性问题。例如，车联网场景下的互操作性，通过基于 5.9G 赫兹的频段实现车辆间的通讯，并且通过 3.5G 赫兹的频段实现车辆和网络之间的传输，必须要做一些试点项目以观察在不同的情境下实现互操作性的可能性。这一点非常重要，因为到 2025 年，欧盟计划将所有新型的车辆实现互联的功能，到 2035 年，甚至 70% 的车辆都能够实现互联和自动驾驶，也能够更好地与移动设备互联，并且实现更多车内的信息交互功能。

另一个巨大的挑战是在不打破既有就业机会的情况下创造出新的就业机会。制造业中的就业是非常重要的，因为其涉及到的领域非常广泛。实际上在欧洲，未来的 10 年需要在制造业创造出 340 万的就业机会。目前只有 140 万的就业机会有足够的人能够胜任，剩下的那部分就业机会需要人们更多地学习社会学科和理科知识才能很好地填补。

我们在有效的人机合作领域也做了很多工作。我们希望发展出安全的机器人的概念。因此，从设计阶段就需要考虑到人机协作，包括人机工程学的适用性和责任的问题，对易受伤工人的包容性等。人机协作中，一方面要提升效率，另一方面也要保证安全。同样，在新的工作环境中，机器人和工人要作为工厂整个团队的成员发挥各自的作用，这也给



我们打开了更多可能性。要使机器人和工人在同一个工厂中和谐地共同工作也是一个挑战，因为有些时候机器人上的一些线缆可能会对工人的工作产生影响，机器人本身对工人产生的影响也需要得到进一步评估。

“地平线 2020 计划”接受了很多科研项目的申报。机器人领域中一个项目叫做“Sense Again”，目标是在市场上推出具有下肢周围神经系统的神经假体，并开发出一种柔性的生物相容性人造心脏，使失去双腿的病人恢复知觉。此外，还有移动机器人的视觉测距、柔性机器人的建模设计等其它项目。

“地平线 2020 计划”带来的问题和影响

我们希望创新能够一直持续下去——人们能够不断学习新的技能，不断适应新的技术。我们也在关注如何让人们了解这些创新的技术。欧洲现在提供一些职业培训，促进人们实现终身学习，同时创建一些大学的网络为人们提供共同分享新技能和经验的平台。

推动一些关键创新技术的发展旨在改善

40-44智能论坛Rezia Molfino.indd 75 2018/10/23 10:19:46

并提升人们的生活质量。所有的创新技术可能都需要结合旧有的技术共同进行。所以到2018年我们也探索出了一些新的技术，尤其是涉及到人工智能、数字安全和互联网的技术，需要结合过去的生物功能技术和生命科学技术共同发展。

我们的创新体系框架涵盖了私人机构、公共机构、研究人员、教育工作者和民间团体。和社会沟通的目的有两方面：一是分享成果。提升人们对创新活动的认知，实现风险共担、利益共享，并且创造出利益创新的文化。二是考虑了未来几十年全球的整体发展趋势。很多欧洲的投资银行指出了诸如发展中国家的人口增长、粮食短缺、城镇化和可持续发展等问题的趋势。欧洲各个国家的计划一方面可以保存自己的文化，另一方面也希望在各个领域能够保持领先的位置，保证人们高质量的生活。

我们提倡做节俭式的创新。首先需要了解市场的需求，考虑满足这个需求的成本，之后基于这样的大框架来做创新。要知道客户愿意为这种需求付出多少，根据这种前提来做创新满足需求，这样的话能够减少浪费。

欧洲创新的框架也是目的在于继续保持领先的位置，现在这样的形势也需要我们进一步开放和推动国际化，并且投资最前沿的跨国合作研究，最大限度地发挥“地平线2020计划”的作用，支持开放的科学研究。

（本文根据“2018世界机器人大会”现场演讲整理而成，未经演讲人审阅。）



手机扫码阅读

40-44智能论坛Rezia Molfino.indd 76 2018/10/23 10:19:48

欧洲机器人学的发展与未来创新

随着科学技术的飞速发展，在机器人领域涌现出许多显著的研究成果，机器人学的发展在全球范围内呈现出不尽相同的趋势，在 2018 世界机器人大会上，欧洲机器人协会副主席、库卡机器人有限公司德国总部研发负责人 Rainer Bischoff，介绍了机器人学在欧洲的发展与未来创新。

欧洲机器人协会是一个非营利组织，也是欧洲最大的机器人组织，既代表了产业也代表了学术。组织成员中大约有 1/3 是产业代表，2/3 是学术代表，协会大多数的决策是基于双方各占 50% 的投票权进行的。因此，我们一直试图平衡产业和学术之间的意见，弥合两者之间的分歧。这样的做法在欧洲是非常独特的，能够使得学术和产业之间的合作更为紧密。如今，协会中有 240 多家成员，30 多个话题组，我们共同探讨机器人的未来。我们会按照领域、平台、技术，甚至是按照社会学，对机器人进行分类，包括医疗机器人、农业机器人、工业机器人和物流机器人等。又或者我们会探讨机器人的总体技术架构是怎样的，也会从技术角度深入了解技术的发展会对未来产生怎样的影响，这些技术是如何更好地改善机器人的系统的。当然，我们也不能忽略总体的社会影响。

我们的协会是鼓励公私合作的。2014 年，欧盟委员会和欧洲机器人协会启动了一个称之为“SPARC”的机器人研发计划，里面包含了欧洲最大的机器人研发项目，2014 年到 2020 年总共接受了欧盟大约 7 亿欧元的资金用以进行研发工作。除此之外，来自行业、企业的私营部门也给予了 20 亿欧元的资金支持，协助我们进行相关的研发工作。这意味着我们总共有 28 亿欧元的资金用于时长为七的研发。一直以来，我们在不断更新研究领域，每年都会发布技术路线图以便告诉人们，我们的研发方向。

可以这样说，在欧洲，我们支持机器人和人工智能等技术研发的历史非常长，涵盖不同的时间点。从 1998 年一直到 2020 年，大概会有四至五个阶段。最开始它仅仅是一个学术网络，随后吸引了一些行业的合资伙伴，通过一些项目搭建起了学术界和行业的平台。2009 年，我们开始致力于做研究，之

40-44智能论坛Rezia Molfino.indd 77 2018/10/23 10:19:48



欧洲机器人协会副主席、库卡机器人有限公司德国总部研发负责人 Rainer Bischoff

后成立了欧洲机器人协会。“SPARC”是一个公私合营的项目，每年都会发布技术路线图，欧盟委员会也会给予我们资金支持，从而能够更好地促进学术界和产业界的合作，这种合作如果没有各方的共同努力是不可能实现的。

我们认为，如今机器人已经对很多领域都产生了影响，它不仅能提升工业的竞争力，而且能提升人们的健康水平，并且在很多领域中还能够提升安全性。随着技术的进步，机器人的应用领域不再仅仅是小范围的领域，在大多数的常见领域中，也可以窥见它的身影，如汽车行业。可以说，机器人技术辐射的领域是非常广泛的，因为机器人是一个实体，能够在真实的世界中和大家互动，也能够操作和移动一些物体甚至是人。而这也正是机器人和人工智能的区别所在，机器人是一个实体，是一个能够看得见、摸得着的东西。

机器人产业的增长非常快速，欧洲方面的增长速度可能看起来并没有那么高，但实际上在欧洲有一个很好的开端。有些机器人公司的成立时间不长，但增长速度非常快。机器人影响了几乎所有的行业，但从传统的工业机器人的角度来看，大多数的应用可能还是在汽车行业中，在欧洲和美国可能皆是如此，电子行业也是一个增长速度非常快的行业。此外，在其它行业中，工业机器人的应用也日益变得越来越多。如今，在包括焊接在内的许多行业中，工业机器人的应用已经非常普遍。在欧洲，我们试图将工业机器人从那些比较成熟的行业转移到新的应用环境中，整体上可能还是在汽车这一大的行业范围内，但可以将其从做总装转移到其它的步骤上，也可以将其应用在其它行业中，因

45-50智能论坛Rainer Bischoff.indd 72 2018/10/23 10:19:26

为在有些行业领域需要提高自动化，以降低成本，提升质量，又或者，工业机器人能够帮助某些具体的行业作出微调，以改进生产生活方式。

工业机器人有着广泛的应用领域

可以这样说，从机器人的发展形势来看，汽车行业仍然是主要的创新来源地，以ARENA2036这个企业来说，它主要是研究未来汽车装配的过程。在这一过程中，生产线是非常灵活的，机器人不断地进行移动、工作，从而生产出各种类型的汽车。当然，在未来，更为自动化的生产过程还需要我们花费更多的时间去进行研究探索，但至少我们找到了一个目标，而这正是我们可以为之努力的方向。

在医疗行业中，工业机器人的应用正日益变得普遍，我们可以通过机器人为医疗服务做一些相应的辅助工作。工业机器人只能做一些非常简单的动作，比如指向某一点，然后将某件物品转移到另一个地方，但是当我们把机器人技术用在医疗行业的多个不同领域中时，机器人技术加持下的医疗就可以为人类作出更多的贡献。

在农业领域，工业机器人的应用也是非常有趣的。一直以来，欧洲在养殖和挤奶机器人方面的研究非常领先，在一些农场中，一种融合了3D检测技术所研发的挤奶机器人，在挤奶过程中可以从奶牛身上挤出更多的牛奶。此外，在一项称之为“精准农业”的项目中，科学家研究开发出的机械机器人系统用途十分广泛。比如，在农作物种植的时候，可以用其去喷洒农药或者是去播种。在农作物收割的时候，可以用机械臂对这些种植好的农作物进行收割，极大地提高了工作效率。

在基础设施领域，工业机器人也有若干个应用方向。其实，欧洲在这个领域也具有很强的实力。我们不仅与各个国家之间开展合作，还在一些垂直的层面与多方面进行合作。比如，在挪威这种近海的油气行业中联



45-50智能论坛Rainer Bischoff.indd 73 2018/10/23 10:19:28



合所有的利益相关者成立研究中心，以研究如何能够实现近海采油自动化。另外，在丹麦和荷兰也有诸如此类的机器人网络。所以说，我们与各个地区都在不断地进行合作和研发，充分利用合作资源。

目前，欧洲重点关注的是哪些技术呢？众所周知，机器人是多种不同技术和流程的复杂综合体，并不是一种简单的技术，而是一种融合的技术。比如计算、AI、通信等，所有这些技术必须融合在一起才能形成良好的系统。

首先，我们关注的是互动式的技术，包括人机互动、人机协作。当然，安全也是非常重要的。其次是更好的意识和行动，这里包括传感、信息解读、认知和感知等，然后是建立起更好的系统或者工具。由于机器人是一个非常复杂的综合体，因此需要一些很好的工具来开发机器人系统，对其进行模拟和编程，这些都是欧洲比较关注的技术领域。

当然，我们对于技术的关注角度也是非常广泛的，对每一个领域的技术都会有所涉猎，但通常来说，这些技术都只有融合在一起才能生产出好的机器人，这一点是不容置疑的。因此，不能仅仅只关注某一种技术，而要把它们整合在一起进行研究和创新，探索 AI 潜在的巨大影响。

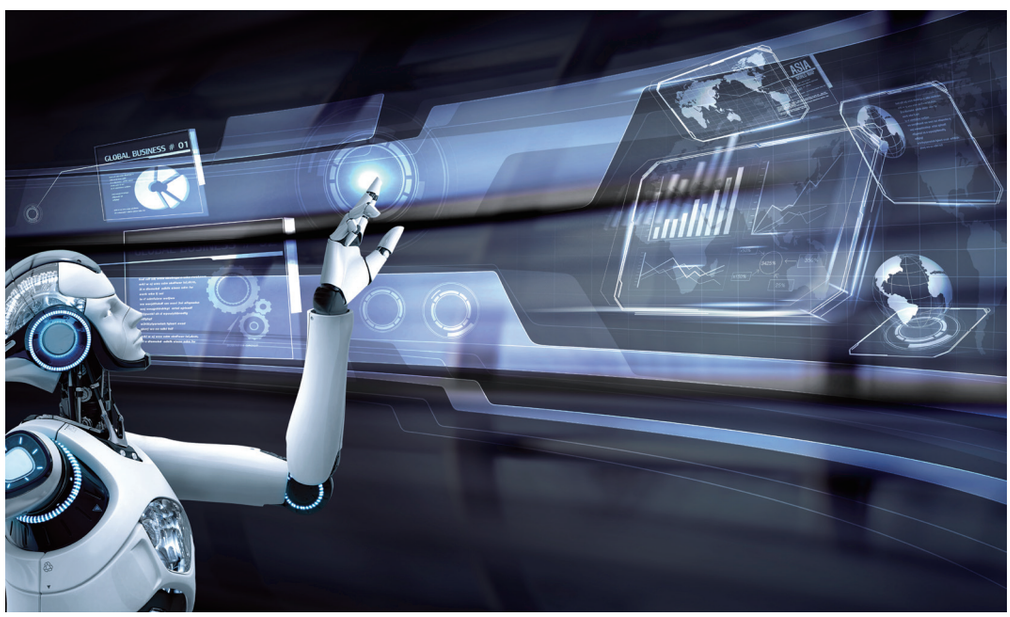
如今，人工智能的发展势如破竹，但我们不要忘记机械本身仍然是机器人的底层核心，这个领域仍然存有创新的余地。目前，对于欧盟来说，这也是一个非常复杂的过程，应该怎样确定优先领域，应该关注什么技术，这样的过程实际上是非常复杂的。在欧盟，共有 250 个组织在一起讨论下一个计划应该以什么领域作为优先考虑的领域。现在，我们已经对未来的优先领域进行了确认，认为应该在诸如医疗保健、农业食品、基础设施的维护和检查以及敏捷制造等领域中进行更多的政府部门的公共投资。

45-50智能论坛Rainer Bischoff.indd 74 2018/10/23 10:19:30

可以这样说，医疗保健是一个垂直的整合领域，农业方面主要是指农业、园艺等，基础设施方面包括物流、仓储、运输和交通等，欧盟决定将投入大量的资金以支持这些领域的发展。在医疗保健领域中，主要是要改进公民的生活质量。现在在这个领域中存在人手缺乏的问题，并不是很多人都愿意在这个领域工作，所以我们必须要实现自动化，以改进医疗保健领域中的服务质量、降低治疗成本。在农业食品领域中也存在类似的问题，如今大多数农民的年龄都超过了 45 岁，存在老龄化的问题，而且大多数人不愿意去做农民的工作，所以需要实现更多的自动化作业。此外，我们需要保护环境，这也就意味着我们需要尽量减少化学药品的使用，如今的资源越来越有限，那么如果我们想要改进庄稼质量就需要更多节约型的农业。在维修方面，除了要确保基础设施没有任何宕机时间，还要考虑安全性和经济方面的影响。在敏捷制造领域，需要技术的支持以改善劳动力老龄化的现状，现在工人的平均年龄增加了 1 岁，在一定程度上表明劳动能力减少了。因此，我们要减少那些不安全的工作，增加生产效率，提供定制化的产品，降低成本，同时保证欧盟的生产能力。

医疗保健机器人可以用于智慧医院的建设中，可以用于康复中心，也可以用于家庭中人员的照顾，为人们的生活带来便捷。今后，机器人的成本效益比将会变得更高，实现定制化、个性化的治疗，更好更精确的诊断，因此，我们需要支持医疗创新。

在农业食品行业中，我们需要实现精准农业、自动分拣及打包，以及对家禽家畜实现机器人管理。



45-50智能论坛Rainer Bischoff.indd 75 2018/10/23 10:19:34

在维护和检查基础设施方面，大家都知道，在我们的生活中基础设施的检修是非常重要的，所以我们需要找到更好的方式进行检修，同样，在能源水电、工业流程等领域也都需要好的基础设施。

再者就是敏捷制造，我们是从高量低混合到低量高混合的转变，需要设置自动化程度更高的ROI（投资回报率），也需要有更好、更容易安装、更易于使用的机器人。如今，技能型劳动力的人口数量存在缺口，我们关注的焦点是人与机器人之间的协作和共存，要解决的挑战包括需要在工厂里面实现数字化转型、需要人机协作、需要所有的机器连接起来、需要在“工业4.0”的状态下实现“物联网”。

机器人与人工智能融合发展

目前，在欧洲还有一个关于机器人和人工智能的争论。我们都知道，中国和美国在人工智能方面做得非常先进，欧洲也在思考，是否还要在AI领域进行投资，还是直接从中美的研究经验中进行借鉴？其实，欧洲也在对AI进行投资，但我们关注的焦点不太一样。我们希望把AI的研究与机器人相结合，将其称之为物理智能，我们希望能够保持安全性、伦理性和法律性。在机器人和人工智能的结合中，机器人应该能够智能地移动，具有自我学习系统，并且能够与现实世界进行互动。这是“机器人+AI”，而不仅仅只是AI。

机器人和人工智能会有什么互动呢？前面提到医疗保健、农业食品、基础设施的维护和检查以及敏捷制造四个应用领域，在这些领域中都需要对流程通过监测的方式进行优化，AI需要足够的数据来展现它的功能。最近，我们从欧盟获得了一笔AI平台的资助，虽然只有2000万欧元，但这是一个起点，将人工智能与机器人相结合，在这样的平台上，我们可以提供一些应用。

为什么说只有AI是不够的呢？我们需要先进的机械系统，这样才能提供更高级别的功能，所以我们不能仅仅满足于AI系统，还需要去考虑它的运动控制和感知系统等。我们需要高级别先进的系统工程，同时还需要它能够适应具体的环境，比如空间、水下、医疗等环境中。

在AI的市场上，同样存在一些垂直因素。除了和机器人相似的几个领域外，AI还有一个新的领域，也就是在金融、法律和公共服务方面提供相关的功能。如今，物理人工智能是欧洲特别关注的研究领域。

目前，“地平线2020”计划中有很多的建议性项目，但只有少数一部分得到了投资，投资金额达到了31亿欧元。可以这样说，虽然有很多的计划，但得到的资金并不多，所以我们必须珍惜所获得的资金资源，把它用在所聚焦的核心领域中。

未来，我们要把机器人和人工智能领域的各个相关方都连接起来，共同促进机器人和人工智能的发展研究。前面已经提到过，机器人技术是各种跨界技术的融合，所以我们需要联合起来协同发展。

（本文根据“2018世界机器人大会”现场演讲整理而成，未经演讲人审阅。）

手机扫码阅读

45-50智能论坛Rainer Bischoff.indd 76 2018/10/23 10:19:34

优傲：新一代机器人

当前，协作机器人已成为全球机器人产业中发展最为迅速，市场最为广阔的一种类型。协作机器人和人类在工业生产中的合作能够结合二者各自最大的效益，从而形成健康、高效的生产方式。在 2018 世界机器人大会上，协作机器人的代表公司之一——优傲机器人的创始人兼首席技术官 Esben Østergaard 首先讲述了优傲机器人的创立和发展；然后指出了工业生产中的新需求和协作机器人的特点，并分析了协作机器人能够为当前市场带来的价值；最后介绍了优傲的新一代机器人如何捕捉这些价值并创造出更多的价值。

优傲机器人发展史

优傲机器人是我和我的一个朋友一起创建的。在 2003 年，我是一所丹麦大学的助理教授。我们对丹麦的食品工业中对机器人的需求进行了调查。调查发现，这些食品公司通常有一条生产线，这条生产线需要根据季节而变化。比如，蛋糕工厂的同一条生产线在 12 月是做圣诞蛋糕，而在 1 月要换成做另外一种蛋糕。



优傲机器人创始人兼首席技术官 Esben Østergaard

45-50智能论坛Rainer Bischoff.indd 77 2018/10/23 10:19:36

当时我们尝试将已有的传统工业机器人放到这些食品公司的生产线中，让工厂的工人重新配置这些机器人，以完成食品的加工制作。但结果发现，这些工人根本无法学习如何对机器人进行重新编程。工厂对机器人的灵活性有所需求，但当时的市场上还没有能够满足该需求的机器人。我们还看到，这些公司雇用专门的机器人程序员也不现实，因为工厂中没有足够的工作让程序员的工作变得有趣，而且基本上这项技术与这些公司的需求不符。

基于上述考虑，我们两个人在 2005 年成立了公司，希望能够为这种情况带来变革。我们从银行账户上提出所有的资金来开设这家公司。三年以后，我们成功推出了第一台协作机器人，也就是优傲机器人的原型。我们销售出了一定数量的机器人，但用尽了所有资金，无法继续进行生产和交付。在面临这个窘境时，丹麦成长基金对我们所做的工作很感兴趣并进行了投资。在 2008 年，我们获得了基金支持，然后开始了商业化。

从 2008 年起到现在，我们的销售额每年增长两位数。优傲机器人在 15 个国家中有 22 个分公司，员工人数达到 700 人，涵盖了 35 个国籍。目前并不存在协作机器人这类新型机器人的准确市场增长数据。但优傲机器人在全球累计销售了 2.5 万台协作机器人，市场占有率是 60% 左右。

很多分析公司对优傲机器人的业务进行了评估，并试图探索协作机器人的市场规模。据统计，协作机器人市场可以在 2021 年左右达到 20 亿美元的市场价值，而且每年市场的增长可以达到 60%。因此，协作机器人确实是一个值得挖掘的巨大市场。

协作机器人满足市场新需求

当世界人口变得越来越富裕时，人们的基本需求被满足了，衣食住行有了足够的保障。这也改变了“价值”的概念。它已经不再是衣食住行这些最基本的东西。这也改变了人们的生产和消费方式。人们不再依赖过去那种低价高量的产品了，而总是想使用新的东西，拥有新的经历，都想要变得与众不同。因此，人们对新产品的需求日益增长，对其交付时间也有越来越严格的要求，总是想快速地得到产品。这很大程度地改变了制造业原本的样子和它应该有的样子，并且在全球范围内都呈现这样的趋势。这也是协作机器人可以发挥作用的地方。

传统的工业机器人非常擅长重复性地进行 24 小时不间断的机械工作，一周可以工作 7 天，一年可以工作 365 天。这也是工业机器人被生产出来的主要目的。

起初，传统机器人都应用于自动化的工厂中，进行诸如焊接或者组装车身等工作。这目前仍是传统工业机器人的主要应用领域。现在除了汽车产业，其他产业对这些技术应用的需求也非常大。

在汽车产业之外，对机器人灵活性的要求更高，需要这些机器人能够和人类工人一起工作。虽然可能无法做到 100% 的自动化，但是 80% 的自动化是有可能的。使用机器人进行协作能够让工作质量更高，而且协作机器人的使用意味着无需完全将人类工人移出工厂。这种工作方式能够结合人类和机器人

51-55智能论坛Esben Østergaard.indd 72 2018/10/23 10:18:52

各自最大的效益，进行非常和谐的协作生产。

我个人认为，协作机器人的概念比传统工业机器人的概念范围更广。传统机器人在它们原本的工作上的表现非常出色，其市场也会继续增长。但协作机器人的应用领域比传统机器人更多，也存在很多拥有巨大潜力的应用场景。因此，协作机器人的市场会比传统工业机器人的市场大很多。

在工作中，协作机器人和人类并不是竞争关系，而是作为一种工具协助人们更高效地完成工作，节省人的时间和精力。在使用机器人之后，工厂的工人能够进行专家一样的工作，从而生产率会提升，产品的质量也会更好，并且在生产的过程中能够生产出如今消费者所需要的更独特和具有变化的产品。

协作机器人的特点

优傲设计的机器人主要是给小型企业使用的，但现在优傲的协作机器人在小型工厂和大型工厂和当中都有使用。而这两种场景对机器人灵活性的要求都很高。

我们将自己的协作机器人称作协作通用机器人。厂商想要这样一个机器人：它能够自由地移动，也能够非常灵活地使用，即能够应用在不同的场景中。有些小型工厂或者高灵活性的制造产业并不一定知道它们在未来的几个月或几年中将会生产什么。因此，它们需要的是能够进行重新部署、自由移动的、能够非常灵活地生产各种东西、并且能够长期支付的设备。而通用的协作机器人能够满足这种需求。

协作机器人的概念正在引起广泛的讨论。我们认为，协作机器人是融合了以下几个特点的机器：

首先是机器人的部署。机器人能够被部署地越快，就意味着它们更具有灵活性。传统来讲，很多机器人系统的成本不是在于机器人本身，而是在于设备以及安装机器人所花的时间。如果机器人能够非常容易地装配，



51-55智能论坛Esben Østergaard.indd 73 2018/10/23 10:18:54



厂商就能收获很多价值。因此，在协作机器人方面，能够花费更少的成本使其更具备可重新部署性。

其次是机器人的通用性。如果有一台能够通过不断地移动来做不同安装工作的机器，这种应用场景会变得更具有吸引力。如果在当前阶段不再需要它，那么可以在以后的阶段再使用它。这就要求一个基本能够通用的协作机器人。

协作机器人的编程则更简单。在全球范围内，专业的自动化工程师都是稀缺的。如果有更多的工程师，就可以了解如何进行自动化，从而进一步加强自动化。协作机器人的编程更加简单，能够改变机器人编程的人员角色，将这个责任交给车间工人，从而释放更多自动化的潜力。

此外，协作机器人的安全性也更高。安全性一直是一个非常重要的话题。由于在安装时无需重新配置整条生产线，协作机器人可以节省大量空间，也可以减小受伤的概率以及通常所需要的安全设备的成本。

优傲的新一代协作机器人

从宏观来看，人类一直在通过技术来提高工作效率和工作质量，对技术的使用已经成为了人类生产生活中必不可少的一部分。

第一次工业革命之前，90％的人口每年都在为生存纠结。经过了农业革命以后进入了第一次工业革命。第一次工业革命释放了大量人口，甚至可能 10% 的人口就能够养活所有的人口。很多人会从农村迁移到城市，在机械化工厂工作。在第二次工业革命期间，人们创造了汽车，温饱也不再成为问题，即使工作的重复性比较高。第三次工作革命中出现了工业机器人、自动化设备和计算机，这实际上是一个计算的时代。而目前，我们正处于第四次工业革命，包括物联网和云计算等技术。它基本上是物联网、数字化产品、数字化供应链和数字化制造之间的融合。这

51-55智能论坛Esben Østergaard.indd 74 2018/10/23 10:18:56

就是我们所说的“工业 4.0”的核心。

过去的三次工业革命当中其实是有一些缺口的。第一次工业革命之前，过生日时可能会有认识的人送自己亲手制作的礼物，家里的桌子也可能是街头的木匠帮忙制作的。那个时候产品中有人的价值。但在三次工业革命之后，很多产品中人的价值就已经缺失了。

现在社会中的一些富人试着返璞归真，去购买一些艺术品或者人所创作的东西，找回具有人的价值的产品。人们正在强调大规模个性化的需求。而未来这种大规模个性化也会成为一种趋势。

优傲机器人方面希望把这种未来的趋势变成现实。我们将机器人当做一个平台，让机器人在工厂车间成为这种工匠精神的设施，将人的价值和激情融入到工厂生产的产品中。

优傲机器人新一代的产品也是基于前一代的产品的改良。将这个机器人作为一个能使工厂价值增长的平台，同时也是能使小型高科技公司在已有的产业生态中增添额外价值的平台。它是包含机器人的附加原件、配件和应用程序的生态系统，可以加速自动化的实现。将技术用机器人的形式进行封装然后交付给消费者。

该产品基本上对用户界面等所有的部分都进行了升级，将这种“协作”的特点都融入到产品当中。产品的移动性、灵活性、易操作性、安全性等标准得到了进一步提升。扩展装置的加强使工作领域使用起来更加敏感，传感信号也会更加强大。在机械臂后面可以添加电子系统通讯的界面。同时，添加了新的安全功能，可设置保护性的停止时间和停止距离。此外，还改善了机器人的基础设计，减少了整个产品的重量。

全世界的工厂中都在使用机器人，将机器人当做一种工具，帮助人类更好地工作。传统的工业机器人在工厂当中创造了很多价值，未来也许能够有更多的协作机器人帮助人们完成工作。我们希望协作机器人能够改变工厂运作的方式，让工厂的自动化程度更高，让人类创造从事更有工匠精神的工作。

（本文根据“2018 世界机器人大会”现场演讲整理而成，未经演讲人审阅。）



手机扫码阅读

51-55智能论坛Esben Østergaard.indd 75 2018/10/23 10:18:58

脑机接口的研究现状及未来应用的展望

在头部连上仪器，便可以通过脑电波控制机器进行一些操作，曾经只是好莱坞科幻大片中人们的“空想”，如今在科学家们的不断研究和探索中，这样的幻想已经逐渐变成现实，出现在人们的生活中，其背后所涉及的技术就是“脑机接口”。前不久，在 2018 世界机器人大会上，法国科学院院士、法国 CNRS 与日本 AIST 机器人联合实验室主任 Abderrahmane Kheddar，就当前技术的发展水平，分析了脑机接口的研究现状和未来应用的展望。

如今，在机器人行业的发展研究中，机器人在某些领域需要完成特定的任务，但这些任务并不是凭空出现的，而是需要我们告诉机器人它们必须去做什么。但这就出现一个问题：我们如何告诉它们来完成这些任务。现在扫地机器人在人们日常生活中的应用较为广泛，在扫地机器人系统中装有软件和传感技术，用户按下一个键就可以指挥机器人进行打扫，打扫完成之后需要进行一个反馈：家里是否打扫干净了，这一点也可以通过对机器人进行再编程实现。再者就是一些通用型的机器人，它们通常能够和人进行协作，不过这就要涉及到制造的问题了。

在大多数人看来，机器人需要的指令越多，完成的任务就越为准确，在操作时，这些机器人仍然需要用界面或者控制面板进行控制，从而接受一些指令。当然，这可能比传统制造业所使用的自动机器人容易得多。此外，我们还可以通过遥感控制无人机，这样无人机就可以按照你的指令移动，但想要它完全理解你的意图与情感，这是一件非常困难的事情。

在日常生活中，我们通常让机器人做一些辅助性的工作，有时会根据需要对机器人进行编程，让它具有一部分大脑的功能。在设计过程中，脑机接口，或者机器和大脑之间的连接界面可能涉及到肌肉科学和脑科学等多门学科，但要想真正完成从意图到行动的实现，两者之间还有很大的距离。在一些

56-60智能论坛Abderrahmane Kheddar.indd 72 2018/10/23 10:18:35

大家熟悉的好莱坞科幻电影中，经常会出现这种有关脑机接口的高科技，我们曾经设想过能否通过意识控制机器人，当然，这是最终的目标。后来，在我们开始着手进行相关项目研究时，我们的目标是真正实现用大脑控制机器人。

你不需要用手或者肌肉对机器人进行任何操作，只需要通过大脑的控制，便能够指挥机器人做任何事情。也就是说，机器人能猜出你的意图从而进行相应的行动。在这一过程中，涉及到对脑科学的研究，对大脑的一些数据进行处理。在刚开始进行研究时，我们常常因为这个想法而感到兴奋，但到目前为止，我们发现这个想法的实现还是非常困难的。读取大脑信息本身就是一件极其困难的事情，而想要根据脑部信息给出指令就更是难上加难。一般来说，要想实现这个目标需要以下几个步骤：获取脑部信息和意图，对信息、意图进行传输，传输以后进行行动。要想做到这些，首先需要对脑科学有深刻的理解，其次有一些有关脑科学的项目研究，在此基础上，还需要设计一些脑机之间的互动界面，保证机器在做事情的时候需要得到你的认可，不能随意地做一些有害的事情。

那么，我们该如何记录大脑的活动呢？一种是介入的方式，就是在大脑中放入一些东西。但这种方式操作起来非常困难，而且并不合理。再者就是非介入的方式，在身体外部安装一些装置。当然，我们认为这种做法也并不是特别友好。最好的方式可能就是用电磁信号去了解和记录大脑的活动，而这也是对用户来说最为友好的一种方式。除此之外，我们还在不断地尝试一些其它的方式。



▣ 法国科学院院士、法国 CNRS 与日本 AIST 机器人联合实验室主任 Abderrahmane Kheddar

56-60智能论坛Abderrahmane Kheddar.indd 73 2018/10/23 10:18:36



在用非介入的方式记录大脑的活动时，可以获取大量的信息，但还有一些信息只能通过介入的方式才能获得，甚至有些是需要用很小的探针才能获得的。

脑机接口的实现

在机器人的研究中，我们应该如何实现脑机接口呢？首先，我们需要将大脑的数据发送到接口，然后将控制信号发送到机器人系统，最后再经过反馈和循环环节。大多数BCI（脑机接口）技术都是基于大脑的电磁信号进行的。然而，无论是通过EEG（脑电图）还是其它方式对大脑活动进行监测，判断大脑正在想什么仍然是非常困难的事情。一般来说，除了对大脑信号进行监测之外，还要监测很多其它信号才能最终确定大脑所发出的意图是什么，而这种多策略的方式能够唤醒大脑的潜力。脑科学的研究人员往往会根据大脑的活跃程度将大脑的状态分成若干个类别，并为它们起了不同的名称，α，β，θ，δ，其实这些都是人类常见的几种状态。我们会对脑电波的频率进行监测，以观测在某些情况发生的时候脑电波是否会发生变化，是否会刺激和唤醒某些东西。

就α波而言，在用EEG对信号进行监测时，人类的眼睛在打开的时候呈现的是一种状态，而当眼睛闭上的时候信号发生了显著的变化，这就涉及到放松训练甚至生物应激反应等。那么需要思考一个问题，这些信号与信号之间有什么样的关系呢？我们想观测这些信号之间的关系，以及它们和某些事件之间是否有同步效应呢？比如这些动作在发生的时候和信号之间的反应相关性。如果想要猜出人类的意图就必须知道这些信号所代表的是什么，能够被什么所触发。无论是用EEG还是其它方式，当对大脑的某个控制动作的区域进行监测时，可以发现不同动作的大脑信号频率是不一样的，可以将监测得到的信号和从实际动作中得到的结论进行对照，以验证它们之间是否是一一对应，具有相关性的。

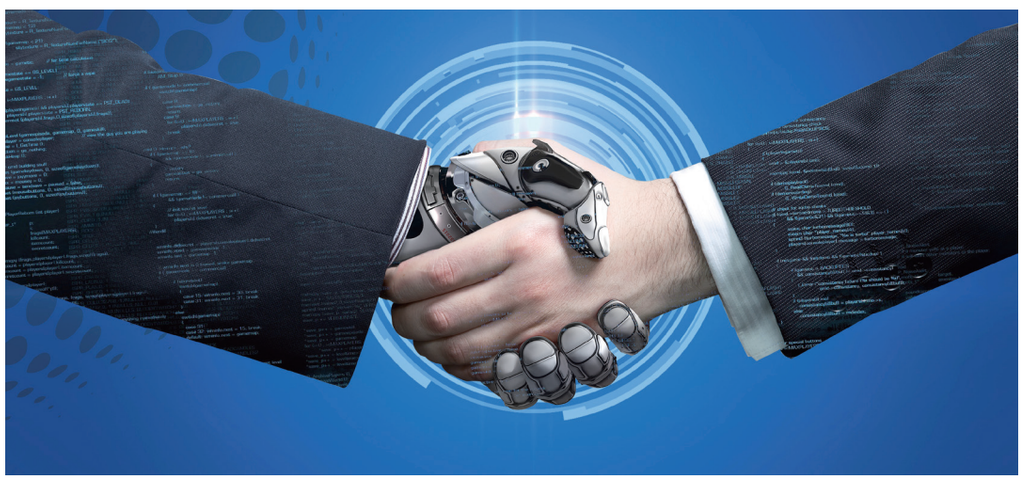
56-60智能论坛Abderrahmane Kheddar.indd 74 2018/10/23 10:18:38

如今，随着技术的不断发展和成熟，我们可以利用BCI脑控机器人完成很多事情。一定程度上来说，这也是非常容易理解的。比如，当一种刺激到达你的眼睛时，你会看到一张图片，如果每当试图产生特定频率时都会看到一个信号，比如它的频率线，而研究发现这个频率其实是被你的大脑复制而成的，可以通过EEG功率光谱对这两个频率进行确认。例如，面对“ABCDEF”这样的字母，如果你关注的是“C”，大脑便会产生一种反应，知道你是在看“C”，而机器人是有摄像头的视觉系统，它可以通过这种视觉的方式进行控制，所以机器人看到的事物也就是它的使用者所看到的事物。

在一定的环境中，当某一件物体开始闪烁光点的时候，如果你的关注点是在某个特定的物体上面，机器人就会意识到这件物体便是你想抓住的东西，然后就会去抓这件物体。因此，我们利用AI技术可以实现不同频率范围内的识别，而这种识别是可以实现自动化的。

那么，现在我们来了解一下神经系统反馈，这也是很多专家学者正在研究的问题，训练你的大脑实现神经的反馈。也就是说，你有一个任务，想要对机器人系统进行训练，使得它能够完成这个任务，比如，把鼠标向左或者向右移动。如果一个人想要把鼠标向左或者向右移动的话，他就会在大脑中进行想象，那么，你就可以从中获得数据，对他大脑所产生的信号进行处理，这就被称为神经反馈。然后你需要对这些信号进行校准、分类等操作，最后再对机器人系统进行生物反馈的训练。

实际上，有关这一领域的相关研究结果已经在《Nature》杂志上发表了，在一定的环境中，经过一段时间的训练，人们可以通过思想控制机械臂完成一些操作，而整个过程的进行还是比较顺畅的。在训练的过程中，这个人会产生一些特定的信号模式，所以机器人就可以理解他的意图，从而进行相应的操作。那么，我们需要考虑的是怎样让机器人学会运动控制。如果我们想抓住一个饮料



56-60智能论坛Abderrahmane Kheddar.indd 75 2018/10/23 10:18:40

罐的话，大脑肯定会产生这样一个指令，就是要做“抓住饮料罐”这件事情。如果你知道一个人在想什么，就比较容易对机器人进行编程。但是如果一个人想要完成某个任务的时候，每一步都要停下来产生大脑信号并让机器人进行理解的话，那将是一个让人筋疲力尽的过程，能够提前预知这个人的意图效果就会好很多。

未来，BCI 脑控机器人系统的发展会是怎样的呢？可以这样说，我们不是要用 BCI 产生一些低级别的命令或者轨迹，而是使用 BCI 猜测和预知人类的意图，并且使用机器人进行任务空间的计划和控制。目前，有关这一领域的研究看起来在大脑策略方面有所停滞，所以我们需要在大脑监测方面实现一些突破，关键在于实现对人类的意图做出真正的猜测和预知。伯克利大学的一些教授也在做这方面的研究，但目前为止我们还没有办法对将要关注的物体做出预测，如果这个问题解决了，那么在猜测大脑意图的研究中，还有两个重要的问题需要思考：怎样有效地实现闭环？怎样对其进行体现？

机器人与人之间需要增强信任，打破界限

如今，我们身边已经出现很多人形机器人，而且随着技术的进步，每年都会有崭新的成果涌现，许多创新型的机器人在不断出现，外形方面也越来越像人。未来，我们也许会克隆出人形机器人，通过各种方式对其进行远程控制，比如用手势传递各种想要其完成的操作指令。当然，我们的目标远不止对机器人进行远程控制。现在的问题是如何远程控制这种机器人，你必须认定它是你身体的一部分，而不是一个机器人。所以要打破机器人和人之间的界限，要让一个人相信，这个机器人就是自己身体的一部分，它就是你自己，这是最有挑战性的部分。

在未来的有关脑机接口的研究中，我们希望能够加强机器人与人之间的交流，缩短两者之间的距离，在一定的环境下设定一定的场景，让人类在操作脑控机器人的时候，认定机器人就是自己的一部分，并且实现自我定位和自我认知。此外，还有一个非常重要的工作，就是在没有触觉反馈的时候，比如当一个人在使用一个只有整个手掌而没有手指的“机器手”时，如果它碰到了窗帘，你问这个人是不是感觉到上面有什么东西，其实他的感觉并不是这个手指的感觉，而是整个手的感觉。在以后的研究中，我们还会进行相关的研究和探索。

目前，在机器人行业的研究中，机器人对真实物理世界的体现还没有做到足够的理解。此外，我们还应该考虑一个更加具有实用性的问题——信任问题。如果一个人不信任机器人系统的话，这个系统就不会发挥作用，即便这个系统非常好。比如，要让一个瘫痪的人使用机器系统进行走路，如果他自身不相信系统，这个系统就不会发挥作用。因此，信任对系统的可用性来说是非常重要的，我们需要让传感器更好地探索人的行动，这样，机器人才会与人类进行密切的配合，发挥良好的作用。

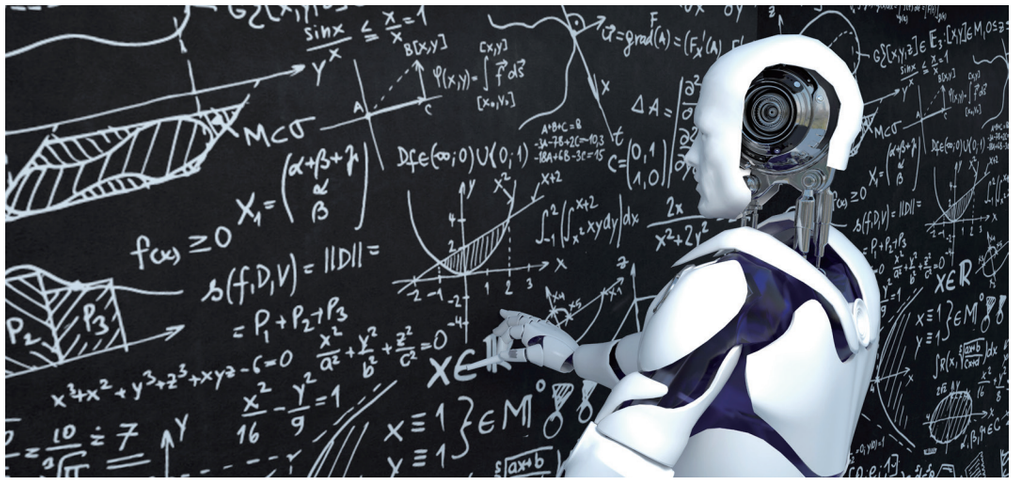
（本文根据“2018 世界机器人大会”现场演讲整理而成，未经演讲人审阅。）

手机扫码阅读

56-60智能论坛Abderrahmane Kheddar.indd 76 2018/10/23 10:18:40

基于强化学习和智能传感器控制的工业机器人实时运动规划

技术的成熟日益让机器人变得聪明，但仍然有很多看似简单的事情让机器人束手无策，比如运动中的障碍规避问题。近年来，机器学习的出现似乎让机器人有了解决难题的好方法。在 2018 世界机器人大会上，德国卡尔斯鲁厄理工学院教授 Torsten Kroeger，根据长期在机器人领域研究的经验，以及对机器学习的认知，分析了基于强化学习和智能传感器控制的工业机器人系统，是如何在运动中进行实时运动规划的。



如今，随着科学技术的日益发展和成熟，机器人变得越来越聪明。但是，对于有些在人类看来是十分简单、容易的事情，机器人却很难甚至无法完成，因为到目前为止机器人还没有那么聪明。机器学习的出现给了我们希望，它给了我们一个新的工具，可以让机器人进行学习，尽可能完成复杂的任务。当然，这些也只能算是尽可能地向人类学习，距离真正的“智能”还有很长的距离。而对于机器人来说，

56-60智能论坛Abderrahmane Kheddar.indd 77 2018/10/23 10:18:42



德国卡尔斯鲁厄理工学院教授 Torsten Kroeger

想要实现这样的目标，它们需要将认知和行动连接在一起。

为什么对于机器人来说，有些事情它们做不了呢？这主要是感知与行动之间的差异。在机器人的设计中，机器人首先要通过传感器获得感知的能力，像视觉感知、听觉感知、触觉感知等，然后把这些感知都纳入到机器人系统中。人工智能在过去的三到五年中，在视觉感知和语音识别方面都取得了重大的突破性成果，如今，这些领域的数据非常丰富，在有些情况下，我们可以使用监督学习进行图像识别，甚至可以对一些视频数据进行识别。可以说，现在神经网络在诸如语音识别、翻译等方面已经做得比人类还要好，比如 Google Home、Apple 的 Siri 都表现得非常不错。在这些领域中，每隔一段时间都会取得新的研究进展，但仍然存在很多挑战，那就是机器人和真实世界的物理互动，尤其是在安全驱动、物理操作、机器人与人或者机器人与机器人交互时，我们该如何确保安全性，在这个方面我们并没有足够的数据。

众所周知，1997 年，IBM 研发的“深蓝”击败了当时的国际象棋冠军卡斯帕罗夫，这在当时被认为是人工智能。但如今回头看一看，思考一下人工智能的定义和现在所取得的进展，我们应该考虑一下它到底意味着什么。可以说，那个时候的计算机系统可以下国际象棋，但没有办法面对面地和人类下国际象棋。可能有些人认为这不是什么问题，找一个人代替机器进行操作就可以。然而大家不知道的是，当制作的材料变了，用金属、木头或者玻璃做出的象棋，对于机器人而言

61-66智能论坛Torsten Kroeger.indd 72 2018/10/23 10:18:19

就可能无法进行分辨。因此，有关机器人操控的问题到目前为止还存在很多挑战。

机器人系统中的实时运动规划

如今，很多研究学者致力于研究机器人的实时运动规划，以便机器人可以避免和人发生对抗和冲撞，规避障碍。这就涉及一个确定性冲突避免算法（Deterministic Collision Avoidance），其实这个算法非常简单，直接用于深度空间中，部署 3D 传感器，以使得机器人在操作过程中可以躲开多重障碍。在这个过程中，还需要考虑到整个机器人的机身，以及它的空间和运动速度，利用障碍物运动进行预测，然后使用 OTG 框架，让机器人识别对方动作的轨迹，实时地检测这些动作，从而避开障碍。在机器人的运动中，考虑到速度矢量，机器人在不断躲避人类动作的过程中也会受到一些限制，因此我们在不断地进行研究，扩大这个算法的应用范围。现在这个算法还可以考虑到一些其他的因素，从而让机器人可以完全避免和人类之间的碰撞，甚至能够实时地、确定地做到这些事情。

在机器人的实时运动规划中，我们还可以让机器人在一定的空间内完成动作移动路径的检测，这需要关注它的方向和速度，然后将机器人从一个状态移动到另外一个状态。在这个过程中需要考虑到位置、速度、加速度和自由度等因素，还需要具有力和路径等传感器，反应速度大概是 500 毫秒左右，从而能够让它对某一动作之后需要转向什么方向、转到什么位置做出反应，然后自动控制它的运动。其实要想实现这样的操作，所需要的算法很简单，就是要根据现在目标的状态，通过计算考虑新的移动位置。所以整个过程中需要完成的就是从第一个位置到第二



61-66智能论坛Torsten Kroeger.indd 73 2018/10/23 10:18:20

个位置所进行的移动，要把这个想法融入到现在的系统中其实是非常容易的。

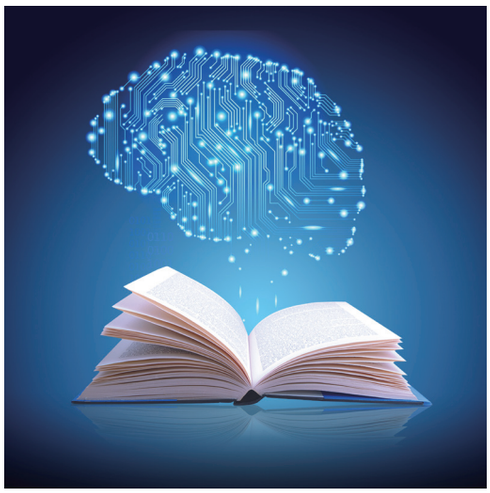
几年前，我们的一个学生使用有关机器人实时运动规划的算法，设计了一个可以打架的机器人，其中，机器人应用传感器可以实现与人的互动，一个是攻击的模式，一个是防守的模式。

实际上，在现实生活中，基于强化学习和智能传感器控制的机器人实时运动规划的应用非常多，在一些打钻行业中也有非常成功的应用，基于传感器，可以同时使用 8 个钻头进行打钻的工作。此外，在太空望远镜的生产领域，以及一些制造行业中的工业机器人系统中、实验室中都有所应用。

机器人系统中的混合控制

接下来，我们来了解一下混合控制。混合控制意味着你有一系列的控制器，包括距离控制器、运动控制器等，根据任务的不同，需要对这些控制器进行配置，以便让你的机器人发挥最大的实用价值。在机器人系统中，有传感器、运动控制器、视觉控制器等，在机器人的路径规划中，我们需要从一堆材料中检测出其中的一个，从而控制它的速度和力量，维持整个机器人的运动和状态。

机器人系统的设计是一件非常复杂的工作，涉及到良好的运动规划算法，比如位置、速度，还需要各种的控制器。在有些机器人的设计中，我们通常会寻找一种比较简单的方式，对机器人系统中所涉及的混合控制进行概括，把它称为适应性的选择矩阵有很多不同的控制器，包括位置控制、距离控制、



力量控制和自由度控制。在一个机器人系统中，如果你的控制频率是 1 赫兹的话，就可以确保它的稳定，因为在系统中总是有一个备份的控制器。其实这是矩阵当中一个新的维度，如果一个控制器发生故障或者出了问题，一般来说是没有备份的，但我们设置了一个备份的控制器，比如，如果视觉控制器不能发挥作用，看不见东西的话，就可以有另外一个备份的视觉控制器开始启用。

一般来说，在机器人系统中出现的问题，可能需要具备很多专业知识才能够得以解决，因为机器人编程是一件非常专业的事情，需要具备专家知识，且至少是博士水平的工程师才可以，成本很高。虽然有些机器人系统是非常强大的，但也存在一定的局限性，因为对公司和行业来说，对这样的系统进行编程是非常昂贵的。因此，我们有了新的想法，那就是利用机器学习，尤其是强化学习。

如果对这一领域有所了解的话，大家应该知道这一研究就是“学习型机器人”，我们和一系列人士进行合作，共同展开相关研

61-66智能论坛Torsten Kroeger.indd 74 2018/10/23 10:18:21



究。这一研究的初衷是让一个机器人自我学习如何操控物体。当时我们所做的工作非常简单，要让一个机器人学习抓取物体。为了做到这一点，机器人就要学会协调摄像头和抓手。在一个机器人系统中，摄像头是512×512像素，抓手具有两根指头，一开始摄像头会输入视觉图像，然后确定抓取策略，预测抓取策略的成功率，在很短的时间内进行计算，最后选择那个最有可能成功的抓取策略。

为了实现这一目标，我们大概进行了两个月的实验，不是每一次都会成功，但从那些部分成功的实验中，我们还是有很多收获的。在这一过程中，我们一共做了8万次的抓取，对14只机械臂的操作练习结果进行评估，其实规则很简单，当机械臂合并的时候没有东西就是不成功，有东西就是成功。此外，我们还有一个优化的机制，当机器人想抓住一个物体的时候，却会把这件物体放到旁边，然后去抓取另外一件物体，这是因为它做了优化，对成功率进行了预测，它通过神经网络发现这样的移动会使它取得更大的成功。

实际上，针对不同的物体，它会有不同的抓取策略，比如面对透明物体和金属物体时，它的抓取策略是不一样的，而这些都是基于数据做出的最终决策。除此之外，我们还使用一些新的、从来没有见过的物体，对机器人进行训练，和之前使用过的类似物体相比，它的学习速度变得越来越快。

机器学习不是“魔法子弹”，而是一种工具

如果要从学术角度看待这一问题的话，有一点需要强调的是，对于这个系统而言，正常情况下是可以良好运行的，但如果改变

61-66智能论坛Torsten Kroeger.indd 75 2018/10/23 10:18:22

其中一个元素的话，所有的一切都会出现问题。所以我们不要对机器学习和物理抓取过于兴奋，机器学习并没有捷径可循，只能不断地从数据当中学习。机器学习不是魔法，它意味着从数据当中进行学习，意味着数据和算法，更主要的是关于数据的，因为和视觉感知相比，没有很多数据意味着可能只能做一些比较简单的、参数比较少的方法设计。

机器学习算法必须要对一些典型性的数据进行训练，但很多人可能会忽略这一点。在训练过程中，我们应该对数据进行转化，从而使其变成典型的数据。可以说，在计算机领域，机器学习是一种革命性的成果进展，但它不是一个“魔法子弹”（magic bullet），只是一种工具。对于诸如物理抓取和物理操纵等许多现有的研究成果和方法，以及学科知识，我们也不要轻易忘记和抛弃，而要把这些知识融入到新的基于数据的方法中，充分发挥它的潜力。

其实，在机器学习领域，我们经常使用的还有一种学习方法，就是迁移学习。我们需要把在物理世界中获得的数据与在模拟世界中获得的数据相结合，因为仅仅从模拟系统中获得的数据并不能反映真正的物理世界。为了能够实现我们的工作研究目标，我们会做一些比较传统的系统参数，基于这些参数产生噪音模型，然后把这些噪音模型注入到模拟系统当中，这样便可以反映物理世界，而这样的模拟系统所得出的结果往往更加贴近事实，也会对我们的研究有更大的帮助。未来，相信迁移学习的使用会使我们的研究向前迈进一步。

手机扫码阅读



最后，谈及安全问题，大家都希望工业机器人和服务机器人能够跳出它们所处的区隔，和人类一起生活。但从安全的角度来说，根据 IEC61508 国际标准，需要机器人的故障率非常低才可以，所以我们就要根据机器人在社会生活中的应用确定故障率。我们都知道，在机器人系统中，机器学习涉及的是软件，底层涉及的是硬件，中层是对安全性非常重要的软件，最上层是一些不安全的重要软件。为了安全性，我们可以选择在中间层插入一种软件，通过机器学习确保安全性。如果再往前推进一步，还可以考虑把经过训练的模型引入系统中，系统中存在一些安全软件，可以在其运行的时候对它进行监控和监测，并及时纠正问题，也就是让这两种软件同时运行，从而极大程度上确保安全性。

与此同时，我们也看到在这一领域不断有一些新的研究出现，将对安全性来说不是最重要的软件嵌入到对安全性来说最重要的软件当中，从而使得这些对安全性来说不是最重要的软件通过机器学习来学习那些安全软件。相信在不久的未来会有更多的研究人员对这一领域进行研究探索，促进更安全、更有效、更实用系统的出现。

（本文根据“2018 世界机器人大会”现场演讲整理而成，未经演讲人审阅。）

61-66智能论坛Torsten Kroeger.indd 76 2018/10/23 10:18:23

科沃斯商用机器人诠释“工作伙伴”新定义



□文 / 房晓楠

提起机器人，你的脑海里最先浮现出什么？是表面冷冰冰、连一个拥抱都无法实现的剪刀手爱德华？是酷炫、身手敏捷的终结者？是耍忧郁又偏执的机器人马文？还是那个无休止地清理地球垃圾的瓦力？从前，这些都是在银幕上大放光彩的经典机器人角色，让我们对未来、对科学、对机器人充满无尽的遐想和期待。如今，随着技术的飞速发展，机器人领域日益呈现出令人耳目一新的突破，而这些现实与我们的想象有着怎样的交集？

61-66智能论坛Torsten Kroeger.indd 77 2018/10/23 10:18:25

从想象走进现实的机器人

8 月 15—19 日，由北京市人民政府、工业和信息化部、中国科学技术协会主办的 2018 世界机器人大会在北京举行。工业机器人、服务机器人、特种机器人等多种类别的机器人集聚一堂，展示自身实力，为前来参展的人们呈现一场极具特色的饕餮盛宴。而作为最贴近人们日常生活的服务机器人，无疑吸引了众人的格外关注。

这里有可以识别情感、送药端饭、检测心率的陪伴老人机器人；有通过心理学催眠，结合电子科学和云技术帮助人们入睡的睡眠机器人；有自主为人们冲泡咖啡的“管家式”机器人；还有随着音乐扭动身躯的热舞机器人。在前沿技术的加持下，服务机器人在不断地迸发出活力。

在缤纷多样、精彩不断的展览上，一场别开生面的机器人创意竞赛比拼更是吸引众多观众将展位围得水泄不通。参展嘉宾只需利用一个手机 APP，操控一个人形立牌与赛场上的机器人进行“决斗”，以试图扎破机器人身上的气球，每轮游戏限时 2 分钟，最终根据扎破气球的数量决定优胜者。而赛场上的机器人正是来自科沃斯商用机器人有限公司的公共服务机器人旺宝。

在整个比赛过程中，旺宝需要灵活移动，以便即时躲开“敌人”追击。敏捷的身姿、快速的移动，旺宝的避障功能得以鲜明的体现，而这主要是得益于 LDS 激光雷达和实感摄像头的紧密配合，前者负责环境障碍探测，后者对环境进行三维立体化深度识别。如此

房晓楠 本刊编辑



▣ 科沃斯公共服务机器人旺宝比赛现场

67-71案例分析科沃斯.indd 44 2018/10/23 10:21:19



科沃斯公共服务机器人旺宝在进行比赛



2018 世界机器人大会上的科沃斯商用机器人

一来，不仅能够确保机器人识别出固定物体，还能在第一时间识别周围的人群等动态障碍物，从而对响应的障碍后做出规避，进行移动。

其实，除了能够进行趣味多样的比赛，旺宝能做的事情还有很多。工作人员向现场观众讲解了科沃斯智慧导购机器人和科沃斯银行服务机器人的场景应用能力。无论是在银行还是零售场景下，旺宝通过人脸识别和多模态人机交互技术，辨认顾客身份并进行迎宾接待。同时通过意图理解能力确认客户需求，从而进行更有针对性的服务。

降低成本、提高效率、将人类从繁琐的劳动中解放出来，这是人类在发明机器人之初就赋予他们的使命，而我们也一直在不断地幻想和期待机器人将如何改变我们的生活。如今，在科学技术不断进步，人工智能逐渐走进我们日常生活的今天，看着旺宝在 2018 世界机器人大会中所展示的高分数才艺表演，我们似乎看到从想象走进现实的服务机器人正一步步缩小想象和现实之间的鸿沟。正如科沃斯商用机器人在成立之初便一直坚守的：是机器人，更是工作伙伴。

是机器人，更是工作伙伴

提到科沃斯，可能大家最先想到的是扫地机器人地宝，其实，除了地宝，科沃斯还有自动擦窗机器人窗宝、空气净化机器人沁宝，以及面向商用级市场的公共服务机器人旺宝。

作为一家成立于 1998 年的老牌机器人公司，科沃斯在美国、德国、日本均设有海外分公司，目前在全国 8 大销售区域开设 600 家门店，家用和商用是科沃斯的两大业务主线。

在家用领域，科沃斯机器人已经在从“工具”到“管家”的道路上稳步前进着。而在商用领域，科沃斯在传统技术和产业的优势上，不断围绕行业需求，拓展商用机器人的发展道路。对此，科沃斯也有着自己的战略布局……

2015 年，经过长时间的研发和试验，科沃斯商用机器人旺宝一代正式进入市场，而

67-71案例分析科沃斯.indd 45 2018/10/23 10:21:24

第一个应用场景就是金融。进入银行扮演着大堂经理助理和营销助手的角色，前者主要负责简单的问答，为业务办理人员分流；而后者主要在业务知识和理财产品上进行推荐和解疑答惑。从 2015 年至今，经过 3 年多的线下运营基础的实践，如今的第三代旺宝已经能够实现在垂直领域内回答常规性的问题。同时，也让科沃斯对于服务机器人和工作场景的关系有了更为深刻的理解。

在不同的场景中，对于服务机器人的应用要求是不同的。科沃斯商用机器人总经理高倩在采访中表示，对于商用机器人来说，一方面，在运动智能上，会更加注重安全性的考虑，因此在机器人的设计上搭载激光雷达和辅助视觉技术。另一方面就是交互技术。在外形上，服务机器人采用的是类人化设计。给人的第一感觉就是比较亲切，容易引起用户的交流意愿，用户愿意在看到它的时候走向它，与它进行交流。而在这背后，则是交互技术的不断改进与提升。比如语音识别视频识别、图像识别等，这些都是需要不断探索的领域。科沃斯在不断努力，不断突破。

其实，作为深耕垂直行业的服务机器人提供商，科沃斯不仅在金融领域，在政务和零售领域，也在持续发力。

在政务领域，2017 年 4 月，科沃斯商用机器人与江苏省检察院签订战略合作协议，决心共同打造符合“智慧检务”建设要求的案管机器人，而经过不断地研发，目前，案管机器人已顺利在江苏省检察院，南京、苏州、



▣ 科沃斯商用机器人总经理高倩

67-71案例分析科沃斯.indd 46 2018/10/23 10:21:24

徐州等 13 个地市检察院以及苏州市吴中区检察院落地，在接待辩护人和诉讼代理人办理业务方面已承担超过 80% 的工作内容。除了案管机器人，科沃斯“检务机器人全系列解决方案”还包含控申机器人、法律咨询机器人、宣导机器人和未检机器人等，是针对检察院的具体场景进行“量体裁衣”式而定制的，可提供辩护与代理相关业务办理、控申业务接待及登记、展厅全程自主讲解、未成年人检察教育、心理咨询和普法宣传等专业服务。该方案能够更好地帮助前来检察院办理业务的人们解决具体的实际问题。同时，还能够减轻工作人员的负担，使其能够有更多的时间和精力，更好地解决人们更为迫切的问题，从而助力检察机关实现“智慧检务”的最终目标。

在零售领域，去年，科沃斯与苏宁联合推出的智慧零售机器人亮相2017苏宁易购“双十一”O2O 购物节发布会，引起消费者的极大关注。基于优越的服务交互和数据管理能力，智慧零售机器人承担起串联苏宁智慧零售体系的重要角色——借助人工智能、自主运动规划、大数据等技术，能够在线下实体环境中识别顾客身份，主动询问顾客需求，并根据顾客个性化需求及其消费数据开展相匹配的商品营销和其它服务，最后再同步线下数据至线上，完成机器人购物服务和数据管理的全闭环。如今，科沃斯零售机器人在越来越多的零售场景中成功应用，为用户带来便捷、全新的购物体验。

“科沃斯最初的愿景就是做有用的机器人，让机器人能够发挥更大的价值，正如科沃斯商用机器人所一直坚持的，是机器人，



▣ 科沃斯零售机器人在进行导航演示

更是工作伙伴”，在谈及科沃斯商用机器人的发展前景时，高倩解释道，而在当今的市场背景下，想要打造更好的服务机器人产品，技术团队、产品团队以及工程团队都是不可或缺的。

如今，当机器人一步步地走进我们的日常生活，带来的不是替代，而是解放，将人类从繁琐的劳动中解放出来，从而有更多的时间和精力去进行更加具有创造性的活动。未来，科沃斯商用机器人将在哪些场景中释放活力，对此，相信科沃斯有着自己的布局，而正如高倩在采访中表示的那样，借用科沃斯董事长钱东奇常说的一句话，“仰望星空，脚踏实地”，无论下一个应用场景在哪，应该都会坚持从用户的需求出发，坚持科沃斯商用机器人的坚守：不仅仅是机器人，更是工作伙伴。

手机扫码阅读

67-71案例分析科沃斯.indd 47 2018/10/23 10:21:25

场景化 + 区域优势 + 合作
独角兽特斯联的深耕之路

□文 / 熊安迪

“物联网”这个概念对于人们而言已经不再陌生。但要是具体说起物联网中 NB-IoT、M2M 这些词，人们大多数可能还是会一脸茫然。不过，对这些名词不了解也并没有大碍，物联网已经真实地出现并参与着人们的生活。

坐落于重庆渝中区大坪的特斯联就是这样一个物联网企业。它以人工智能 + 物联网应用技术（AIoT）为核心，致力于打造中国最大的城市级智能物联网平台，赋能新型智慧城市，为政府、企业提供城市管理、建筑能源管理、公共安全管理等多场景一站式解决方案。

最近，特斯联携手生态合作伙伴在主题为“智能化：为经济赋能，为生活添彩”的 2018 中国国际智能产业博览会上亮相，在智博会的核心展区设立了“光大控股 × 特斯联 AIoT 新经济生态馆”，以 AIoT+ 垂直场景的形式进行展出。

作为重庆本土的科技独角兽，在风头正盛、竞争激烈的人工智能行业中，特斯联是凭借什么崛起并立足，又面对着什么样的机遇呢？

量体裁衣，细分场景的落地应用

特斯联是由光大控股孵化的高科技创新企业。而光大控股新经济是一个聚焦智能科技产业和创新企业的投资平台。

光大控股董事总经理、新经济投资负责人艾渝认为，现在的人工智能产业看似繁荣，实际上存在着很大的泡沫，90% 的人工智能公司将会出现危机。在这种情况下，寻找到具备创新能力并能在场景中落地应用的企业显得尤为重要。“人工智能发展的初期可能是技术公司主导。可是到了今天，我们其实更关注哪些公司能够真正地掌握住场景，哪些公司能够在场景里面利用人工智能技术去提高效率或者去创造出全新的商业模式。人工智能应用到细分的场景里面会产生巨大的收益。这也是我们在未来很多年内的投资主

72-75案例分析重庆智博会.indd 44 2018/10/23 10:21:01

题。”艾渝在采访中表示。

特斯联在 AIoT 产业爆发之际没有被激烈的行业竞争淹没，其商业化和场景落地能力在其中就起到了重要作用。它将 AI 与 IoT 技术形成产品和服务应用到具体的场景，解决实际问题，从而形成产业解决方案，完成商业闭环。

特斯联副总裁孙贇在智博会上发表观点认为，从互联网到“互联网 +”，人们已经看到不同垂直场景带来的效能不同。如今讲“AI+ 赋能经济”，对于 C 端是为了获得美好生活，对于 B 端则是降本增效。而无论是 C 端还是 B 端，都让人工智能在城市中得到了更大的应用，让科技更好地服务于人。特斯联所落地的场景包括了城市管理、社区、警务、写字楼等众多领域。

AIoT+ 城市管理场景

在城市管理方面，特斯联利用人工智能、物联网、生物识别等自研技术，尤其是结构化人脸识别系统和算法，绘制出城市的实时热力图。城市管理者可以“上帝视角”观察到城市在全天 24 小时的不同面貌，人流在公共空间如何聚集，商业项目和综合社区在不同时间人流量的差异，从而帮助政府实现城市智慧式管理和运行。其核心产品之一的达尔文（DARWIOT）平台通过前端硬件设备 + 后端大数据平台模式，能够将人与城市基础设施、城市服务管理建立紧密联系，提高城市智能化水平。

AIoT+ 社区场景

面向社区，特斯联提供包括设备感知、消防感知、人脸感知、通行感知、车辆感知、电弧感知、井盖感知、水压感知等多个子系统支持。再加上智能组网与后端大数据分析

熊安迪 本刊编辑



▣ 光大控股 x 特斯联 AIoT 新经济生态馆

72-75案例分析重庆智博会.indd 45 2018/10/23 10:21:02

平台，形成感知平台闭环，最终实现降本增效、安全升级。

AIoT+ 警务场景

特斯联在面对警务智能化时，会根据环境给出最优解。比如将普通的摄像头通过边缘计算服务器和智能网关升级成智能设备，通过人脸大数据平台处理海量视频流来提升效率，做到最终的实时采集、实时布控、以脸搜脸、全局检索、人证合一、伴随分析、徘徊分析、轨迹分析、数据统计等功能。

AIoT+ 写字楼场景

在建筑方面，在重庆朝天门购物中心、大坪英利中心写字楼、解放碑 IFC 写字楼、重庆格兰维酒店等多个不同建筑体中，都有特斯联的 ABAS BI 平台。它采用分布式采集、集中云端部署的架构，将人力、设备、能源等运行数据，与楼宇自有信息技术系统互联互通，为楼宇提供高效绿色的管理模式。

此外，特斯联还有围绕 Touch Key 可穿戴智能钥匙在智慧出行、无人经济、医疗、校园等场景的赋能。

根植重庆，智博会带来新机遇

《重庆市人民政府工作报告（2018 年）》指出，重庆将实施以大数据智能化为引领的创新驱动发展战略行动计划。立足现有优势和基础，推动互联网、大数据、人工智能同实体经济深度融合，加快形成智能产业、智能制造、智能化应用“三位一体”发展格局。



▣ “AI 新时代——从概念到落地”尖峰对话

72-75案例分析重庆智博会.indd 46 2018/10/23 10:21:03

培育大数据、人工智能、智能硬件、软件服务、物联网、区块链等智能产业链，加快发展数字经济，同时布局一批人工智能研发创新平台，加快突破大数据智能化关键核心技术。

而智博会在重庆的永久落户更是为重庆人工智能产业的发展打了一剂强心针，也更加突出了重庆的区位优势。艾渝对此也颇有感触，“智博会落地重庆是一个特别好的机会。它带动了全市人民对人工智能和科技的热情，也推动了政府在人工智能产业发展方面的引领和执行力。”

他表示，政府的投资和投入一直是重庆乃至全国经济的重要驱动力。光大控股在关注并投资人工智能公司时发现，这些公司90%以上的订单都来自于政府。最开始由政府运用和引导，然后再民用化到人们的生活中，这是高科技产业发展的一个典型的特征，也是这个行业成功和成熟的一个最重要的前提。发源并根植于重庆的特斯联非常需要政府的大力支持。“政府应该善于运用自己手上的资源，对能够创造核心价值，能够与场景结合的人工智能公司给予政策支持，让它们在重庆成长和发展。”

孙赟也表示：“重庆的人工智能产业氛围非常好，政府部门非常重视AI产业发展，本次智博会的成功举办就是一个很好的例证。同时，根植重庆的特斯联也坚信重庆在人工智能、大数据方面将大有可为。”

在智博会的带动下，人工智能产业的大企、名企集聚重庆，政策上有更多的倾斜，区域优势也被放大。重庆可以说有望成为全国智能化产业的龙头城市。重庆的本土人工智能企业都将受惠于此。特斯联有望通过这一机遇增加在重庆的业务，不让重庆本土业务成为自己的短板。“特斯联会继续加强在重庆的战略布局，将产品、研发中心搬到重庆，助力政府更好地建设智慧重庆，带来优质的城市规划、管理解决方案。”孙赟说到。

目前，特斯联在重庆的落地应用已经覆盖了渝中、南岸、巴南、江北等13个区域。

布局全国，与合作伙伴一同推动产业升级

成立于2015年的特斯联，在3年时间里，通过产业布局，业务已经覆盖全国30个省份70座城市，服务8300余个项目。除重庆之外，特斯联还在北京、上海、广州和武汉设立了公司，从这五个城市分别辐射华西、华北、华东、华南、华中五个市场。这家发源重庆的人工智能独角兽依托自己的技术创新、产品研发和生态战略，正在全国范围内进行布局。

近些年，特斯联与南京市政府、上海市政府、上海信投纷纷展开合作。同时，特斯联也希望开发更多的生态伙伴并与之合作。孙赟说：“特斯联利用人工智能、大数据和物联网技术，彻底连接了‘屋外的世界’——建筑与城市。通过打造生态平台，研发创新智能设备，联合包括商汤科技、科大讯飞等生态伙伴，为政府、房地产开发商、物业管理公司等提供全生命周期的一站式解决方案，同时特斯联也以开放的心态欢迎更多伙伴加入，共同推动产业升级。”

手机扫码阅读

72-75案例分析重庆智博会.indd 47 2018/10/23 10:21:03

软体机器人技术发展路线探寻

随着机器人应用领域的不断扩大，医疗保健、复杂地形勘探等特殊领域对机器人提出了更加苛刻的要求，在非结构化环境下使用的特殊机器人成为科学界研究的重点方向。本文通过分析软体机器人的发展历程，聚焦其在材料运用、驱动方式、应用前景等方面的发展状况，展望软体机器人技术的未来发展方向。

近年来，机器人的发展一直集中于学术界、企业界以及公众界的兴趣和大量资金的推动，同时各国政府也制定了相应的发展路线图。美国十多年来持续研究和更新机器人的发展路线图，路线图中也提到了很多问题，比较突出的有两个问题：第一，机械手的灵巧性和操作性；第二，新型机械手或其它机器人如何能够更接近人的操作性能和功能。这两个问题在之前更新的路线图中都有涉及，并且也阐释了其发展方向。但是随着时间的推移，我们可以看到，现在机械手及机器人的发展方向仍然不明确。

刚体机器人在过去几十年里一直被作为主要研究路线，这种机器人研究体系已经十分成熟，其中工业机器人的应用也得到了全面的发展和推广。按照同样的方式做与人体互动的机器人，或做用于特殊环境下的机器人，我们发现做出来的机器人并不完全适用。例如做辅助人走路或提高行动能力的机器人，这类机器人属于体积较大的刚体机器人类型，存在明显的局限性。

从学术和应用的角度回顾过去机器人的发展，尤其是工业机器人得到了长足的发展，它所依赖的是系统性的技术，主要是刚体机器人整个技术体系。通过机械原理构建一个机器，这个机器能够运动，再从刚体理论中把刚体去掉，换成真正的结构性材料，再把动力和驱动装置放进去（基本上都是电机驱动），最终形成由传感到控制的完整系统，也就是机器人。

从运动学的角度来看，刚体运动学也就是机械原理，1876 年一个德国的工程师就把它彻底理顺，然后写进《机械运动学》一书中。从蒸汽机发明以后，机器人的发展都是依赖于刚体运动学的基础，然后把驱动、传感和控制完全建立起来，最终形成了一个系统，使得今天有各式各样的自动化机器，包括汽车和火车，以及工业机器人，都建立在系统

76-81专题研究王煜.indd 72 2018/10/23 10:22:44

地做机器研究或者机器理论上，这套理论已经非常成熟了。

软体机器人会有更自然的人机交互体验

如果想让机器人做更多的事情，尤其是和环境、和人体进行互动，我们就会发现一个严峻的问题，也就是这些刚体在马达的驱动下惯性非常大，接触到外界就会发生很强烈的冲击，可能会造成不安全，刚体和软体的环境互动也不是那么容易控制。因而，很难用传统的刚体机器人做出新一类超出工业机器人需求的机器人。

我们希望机器人能够和环境、和人直接互动，这种需求会给人类带来很大的帮助，包括康复、协助老人，或者是穿戴方面，也希望能够有传感功能，机器人能够直接通信，但是刚体交互性并不好，而且马达驱动工作时，控制好马达以得到柔性的驱动及互动很难，因为马达的功率一般都很大，现在还达不到低功率的柔性控制。

我们在思考能否找到其它方式进行交互时，自然会想到人体。人体虽然有骨骼结构，但外面有软体也就是肌肉，更重要的是有肌肉和皮肤作为和外界互动最主要的界面，而不是骨头直接和外面互动。我们想改变刚体机器框架，换成通过不同的材料来做新的机器人，也就是用软体材料，软体互动性能就会好得多，用软体做出新的机器人可能会带来新的应用领域。

从人体角度来看，肌肉的弹性系数基本



▣ Festo 仿生蝙蝠机器人

76-81专题研究王煜.indd 73 2018/10/23 10:22:46

上和橡胶硅差不多，如果用橡胶硅来做软体机器人，从弹性的角度来看应该和人体差不多，于是我们开始尝试用软塑料一类的材料来做机器人，软体机器人就此开始变成一种新的形式。实际上这项研究还是相对比较新的，直到 2012 年左右，美国有几位教授用气枪为塑胶通气，能够做出爬、跳等动作的软体机器人，可以做到我们所要的软体机器人性能。有了这些具有前沿性、探索性的工作后，大家开始清楚了解到软体机器人广阔的市场前景，例如可以用来做医疗机器人、穿戴机器人和机器人玩具。

当然，我们还需要其它技术。比如传感技术和驱动技术，需要柔性的传感驱动，也需要柔性的驱动器。柔性传感的材料已经有人做过一些研究，但做柔性驱动器就不是那么容易了。现在市场上大家有很多的猜想，比如飞机的机翼不是现在的固定机翼，而是柔性的、可变形的机翼，如果做得好的话，相对空气动力学性能会更好，所以也会有更多其它的用处。随着 3D 打印技术的兴起，有可能出现更复杂的软体机器人材料。



▣ 软体机器人的基础问题

软体机器人发展的关键问题

软体机器人的发展需要仔细考虑几个问题：1）从学术的角度来看，既然做软体机器人就需要软体，或者柔性互动的本体，里面可能有刚体，也有可能就像人一样有骨骼，刚体之间也有可能产生运动，我们在其中加入铰链。2）软体当中可以加入一些分布性的驱动器和传感器，因为有分布性的软体，如果有分布性的驱动和传感，柔性机器人的性能就会变得更好。3）只有刚体骨架作为传感，外面的软体是被动的皮肤和肌肉，互动的性能可能会低。

总体来讲，从学术角度看，我们要把软体机器人看作人一样的结构，其中就会出现很多问题，比如怎样做这些东西，最终还要看它能够带来什么样的功能和性能。我们需要知道它的运动是手还是脚或者是车，要看最终结构做成什么样子。如果是一个手我们就需要设计手指，让手指抓取物质，如果是一个驱动就要做成脚。软体的部分需要包含在机器人的设计、传感和控制整体的框架当中，现在基本上没有很好的运动学理论，实际应用中仍然是把刚体运动学搬到柔性体当中。

我们需要从最基础的角度来看软体机器

76-81专题研究王煜.indd 74 2018/10/23 10:22:48



▣ 香港科技大学机器人研究院院长、机械及航空航天工程学系教授王煜

人，主要有三个大的问题：1）如何定义柔体系统的运动？机器人毕竟是要做运动的，刚体运动学通过机械原理可以解决，软体现在还没有。2）如何设计 / 控制柔性系统。我们不可能用铰链和传感，如何从软体机器人当中产生运动，以及更复杂的是怎么控制运动。控制便成了非常麻烦的事情，因为有无穷多的自由度，要看怎么驱动软体机器人系统，最终怎么做到很好的控制。3）柔性系统制造的材料问题。今天我们遇到最主要的问题就是软体机器人的材料的问题，材料给了我们很大的局限性，我们没有很好的软体材料真正来做最终想要做的软体结构。

软体机器人和固体力学结合，但从固体力学当中我们又想得到运动和原理，比如机械设计。反向运动就是怎么反过来控制结构，最终产生想要得到的运动学。

在软体机器人系统中，如果有了软体机器人的结构，需要有设计方法，然后要有模型，产生动态方程，最终可能有局限性的传感，不是每个自由度都有传感，然后用传感系统来做控制，从而产生控制系统。其中最难的是要看什么设计、什么架构能够产生人类需要的软体机器人，软体机器人需要完成什么任务，怎么去实现这些任务，因而需要做运动规划或任务规划，然后再加上具体的动态系统，产生合适的控制，最终才能设计出实用的软体机器人。

理论上来讲，需要解决的就是这样几个问题，但实际操作起来就不是那么容易了。不过在虚拟空间中解决了这些问题。研究计算机图形的工程师已经想到了这些问题，并

76-81专题研究王煜.indd 75 2018/10/23 10:22:50



▣ 软体机器人发展的三大问题

做出了一个虚拟的软体机器人，它的性能完全是你需要的。其中，上面是一块很软的材料，下面有四条腿，如果有理想的驱动器就能实现跳动。

这个软体机器人在虚拟环境当中完全能够实现平衡和跳动，以及做各种其它动作。从仿真角度来讲，理想系统中的软体机器人已经实现了。但是模型是理想的模型，材料可能是线性的或非线性的，驱动能够产生力，控制系统当中的控制方程和控制方法都解决了，加上仿生设计和运动规划、任务规划都是用传统的机器人设计方法解决的，这种理想的、模拟的图形学软体机器人并没有变成现实。变成现实仍需要找到材料、驱动器和传感器，都要和模型完全匹配，这在现在来说仍然无法实现。

虽然软体机器人在医疗、国防和急救领域有需求，但是真正最大的市场还是玩具市场，而且对行业最感兴趣的是迪士尼公司，迪士尼公司投入了很多资金，但仍然很难实现。要找到一个合适的非线性模型，能够把这些软体材料描述得很确切很难；如果非线性更强的话，做控制和其它设计也很难。现在的软体机器人是百花齐放，各式各样的系统和软体机器人都有人在做，包括电驱动的、用硅胶的，还有塑料材料和 3D 打印，大家一般都是通过经验和对刚体机器人设计方法的模拟，以此产生自己的设计来进行实验。实验的时候可能会有一两个动作，比如抓水杯、抓苹果、抓铅笔，然后就成为了机械手。这样的机械手局限性很大，材料的性能也非常不好。

现在大家非常期待的是通过 3D 打印来寻找适用于软体机器人的材料。3D 打印的迅速发展给我们带来了一些机遇，我们可以把不同性能的材料混合起来使用，最终通过 3D 打印得到比较复杂的柔性系统（例如机械手指和机械腿）。我们做的 3D 打印的手指可以用来抓苹果、抓鸡蛋、抓豆腐，但真正用起来就会有严重的问题。这种利用 3D 打印实现的柔性手指很柔软，抓起物体快速移动时，发现手指会抖动，也就是没有刚性。又要柔又要刚，这种性能在柔性机构或者机器人中还是非常有限的，这也是一个比较严峻的问题。

平常机器人用的基本都是马达、气动或液压，因为这是传统大功率机器的驱动动力，要是应用到软体机器人的话，我们自然希望用软体的材料作为驱动器。最关

76-81专题研究王煜.indd 76 2018/10/23 10:22:52

键的软体材料就是压电塑性材料，这类材料有点像硅胶，通电后会扩展和延伸，例如，最简单的驱动器就是做一个气球，气球加了气压后会膨胀，膨胀会带来动能，也就被认为可以作为驱动器。

原来的想法就是把这些驱动器做得很好，然后分布性地放到软体机器人结构，每个驱动器都可以独立控制，这样就有分布性的控制来做驱动，性能也会好得多，但是做起来很不容易。目前的做法就是做成一个队列，驱动的时候会产生一些波，最终可能会带来各种效果，我们做的就是类似踢足球的东西。通过这种驱动器做到最好也不过如此了，至多是驱动一条很小的鱼的尾巴，抖动大概有4~5赫兹，频率也不会太高，力也不会太大，无非就是变形比较大。

现在行业当中对软体机器人来讲，驱动材料也是很大的瓶颈，气驱动、液体驱动和压电驱动效果都不是很好，怎么才能有很好的驱动器来帮助软体机器人的发展，这也是个很严峻的问题。

软体机器人的发展实际上就是三大问题：机械运动原理、刚性结构、驱动和反馈，最终要有理论帮助设计，还要有理论帮助来做任务规划和路径规划。因为材料有严重的局限性，驱动的可行性太小，设计的方法基本上没有，所以现在大家能够做的就是做案例分享，想到好的办法就做好拿出来给大家看，把可行性向前推进一步。慢慢的这些成功的案例和经验能够融合在一起，使得软体机器人在理论上有所发展。更重要的是要有适合做软体机器人的材料，包括压电材料和其它材料，还有需要提供很好的空间，适合软体机器人发展。

（本文根据“2018世界机器人大会”现场演讲整理而成，未经演讲人审阅。）



手机扫码阅读

76-81专题研究王煜.indd 77 2018/10/23 10:22:54

国产机器人的发展现状与挑战

近日，哈尔滨工业大学机器人研究所所长、国家“智能机器人”重点专项总体专家组组长赵杰表示，当前很多国产机器人产品都处在低水平重复的阶段，其中很大的问题就在于创新能力不足。只有真正的创新成果才能带来真正的商机，如果没有一个创新的成果，没有一定突破性的过硬产品，我们谈商机谈产业都是空中楼阁。

国产工业机器人发展势头良好

通过近几年国产工业机器人的发展，从出口和进口的增幅角度来看，2012 年到 2018 年 3 月有一个比较好的发展势头。随着国产机器人性能不断提升，整个进口机器人的平均单价在逐渐下降。而国产工业机器人从 2016 年开始，平均单价是在不断回升的。预计在不远的将来，两者会有比较好的汇合点。

在谈及中美贸易摩擦对国产工业机器人的影响时，赵杰表示，未来十年中国还会保持为全球工业机器人最大的需求市场，存在严重的逆差。而从进口和出口工业机器人的主要地域来看，我国进口工业机器人主要集中在欧盟、日本及韩国，出口主要集中在“一带一路”国家。在未来几年，无论从出口还是进口角度，美国都不是中国工业机器人的主要贸易市场，因此短期来看影响并不大。

但从长远来看，随着我国机器人产业的发展，需要引进国外技术甚至收购国外企业。而美国拥有很多机器人比较前沿的技术，所以对我们和美国在技术上的合作方面会有非常大的影响。

赵杰指出，我们应该仔细考虑国产机器人发展过程当中存在的问题。很多人说我们什么技术都要突破，这是一方面；但并不代表我们所有的东西都要突破才叫自主可控。更重要的是要抓重点，什么时候由我们来卡别人，可能很多问题就能迎刃而解了。

机器人火了很多年，直到近两三年，人工智能（AI）开始迅猛增长，机器人才开始有些降温。而正是由此，机器人真正迎来了良性发展的好时期。

首先，机器人的火爆程度开始有所降温，反而使很多机器人从业者能够真正冷静下来，想一想我们真正要做点什么。其次，人工智

82-85专题研究赵杰.indd 72 2018/10/23 10:22:27

能迅猛发展，资本市场在机器人这个领域相对趋于理性或者谨慎。资本是有两面性的，引入资本可以促进产业发展，同时也由于资本的疯狂，很多没有核心竞争力的企业能够存活，资本起了很大的作用。随着资本的理性和谨慎，应该说进入到一个非常好的状态，也是进入了大浪淘沙的关键时期。最后，随着机器人近几年的发展，国家和地方政府已经清醒地认识到了机器人产业不是一蹴而就的，还有很多问题存在。

以上三个因素决定了机器人在未来5年，会真正进入大浪淘沙的关键时期：一定会有一批没有竞争力的企业被淘汰，如果能够快速实现大浪淘沙，那么留下的企业就会有较为良性的发展环境。

机器人技术和产业发展是一项系统性的工程

很多人都在讲我们突破核心零部件，国产机器人产业就能快速发展起来了。现在机器人面临着成本与性能的双重压力，大家都把成本归到了核心零部件，核心零部件突破了，国产工业机器人的成本会降低，但不代表存在优势。国产零部件一旦突破，外国机器人企业也会采用我们的核心零部件。我们寄希望国产零部件突破以后使成本降低，这是个伪命题。如果中国的核心零部件突破的话，推动的不仅是中国机器人成本的降低，而是推动全球机器人成本的降低。

未来不管是国产的工业机器人还是国外



▣ 哈工大机器人集团工业机器人产品

82-85专题研究赵杰.indd 73 2018/10/23 10:22:30



▣ 哈尔滨工业大学机器人研究所所长、国家“智能机器人”重点专项总体专家组组长赵杰

品牌的机器人，可能成本几乎相差无几，因为全球产业链的布局不会相差太多，真正寄希望于原先所谓的成本不是我们需要考虑的问题，我们需要做核心零部件的目的是要做到核心技术的自主可控。什么是机器人的核心技术？核心零部件只是机器人的核心技术之一，因为推动机器人技术和产业发展是一项系统性的工程，从基础前沿技术、共性关键技术、核心部件、核心软件、核心器件，甚至工业机器人和应用工艺系统解决方案等多个方面必须进行全面的突破，而且需要协同发展，这样才能推动我国工业机器人和整个机器人产业的快速发展，不是核心零部件突破，国产机器人产业就会得到快速发展。

赵杰同时还指出，我们还面临着一个转变的问题，近几年机器人的发展都在以市场需求为导向。未来，我们要从市场驱动向技术驱动转型，需要走出这种低水平重复的局面，向中高端市场迈进。

2017 年数据显示，我国 70% 工业机器人还是被国外市场垄断，这个局面也凸显出我们自主品牌产品的性能和重点行业领域中高端的应用需求矛盾依然存在，所以国产工业机器人要从低端向中高端发展，这是我们未来几年工业机器人、国产机器人要走的必由之路。

目前国内有大量企业到国外合资并购，以联想和华为为代表的两个流派分别叫做“贸工技”与“技工贸”。国内机器人企业都存在这样的问题，并走向两种流派，两种模式没有对与错之说。但真正的核心在于，无论是走“贸工技”还是走“技工贸”，最终的

82-85专题研究赵杰.indd 74 2018/10/23 10:22:32

结果是看是否拥有核心竞争力，是否掌握核心技术。这两种流派只是核心技术的渠道不同：一种是通过并购引进消化，另一种是自主研发，这也是值得机器人企业家注意的。

商业模式需要过硬产品支撑

目前机器人行业出现了一个怪圈，企业总是想通过降低价格占领市场。就以国内工业机器人为例，70% 的工业机器人都是国外的品牌，并不是我们把价格降得多低就可以占有这些市场，我们需要考虑的是性能是否能够满足，性能满足了才是最主要的。如果把一个产品价格作为它的核心竞争力，这是片面的。只有产品的性能一致，价格才具有核心竞争力，否则单纯地追求低价格是没有意义的。

此外，我们大量引入互联网思维，通过低价使用多少年时间就可以占领市场，或者销量能够达到 10 万台，尽管每台都在赔钱，一年销量达到 10 万台就可以持平或者盈利，这种思维的对错不好评估，是否适合我国机器人产业发展也需要时间验证。商业模式对产业是很重要，但是再好的模式也要有非常可靠的、过硬的产品支撑，否则再好的模式也是空的模式。

我们进入了一个非常好的时期，使得业界同仁真正冷静下来想一想，如何面对这些怪现象？比如跟踪和仿制的问题，大量的企业都在做机器人，实际上真正创新的东西并不是在这种比较浮躁的环境中能够做出来的。无论多大的公司、多牛的产品，一旦失去了创新，引领作用被替代的话，竞争者就可以顺势切入。现在我们很多的产品都处在低水平重复的阶段，很大的问题就在于我们的创新能力还有待解决。只有真正的创新成果才能带来真正的商机，如果没有一个创新的成果，没有一定突破性的过硬产品，我们谈商机谈产业都是空中楼阁。

再就是专注与多元化，我们希望国内企业能够做到一点，机器人是多学科集成技术，无论企业做得多大也很难把所有的事情全做完或者全包在自己手里，我们真正需要更多是在某个单项领域当中能够做到最好，能够做到最牛，甚至数十年来磨一剑，这才是我们需要的东西。如果我们能在每个细分领域都做好，整个国产机器人也就会得到非常好的发展。

现在好像不谈工业 4.0 和万物互联，就好像落后了，其实并不是这样的。机器人产品出现一些概念化、娱乐化、图表化现象，很多都是图轰动效应，核心技术是有缺失的。就拿服务机器人来说，我们有很好的需求，有需求就一定有产业，我们需要考虑的是，光有需求，技术能不能满足？能不能变成过硬的产品，乃至变成产业？这是我们需要认真考虑的问题。

互联网是风口，风总是要停的，尤其是国内在“脱虚向实”中前进，应该真正静下心来去研究、去开发，实实在在地做些事情，能够有非常好的技术沉淀，只有这样我们国产的机器人才会得到良好、快速地发展。

（本文根据“2018 世界机器人大会”现场演讲整理而成，未经演讲人审阅。）

手机扫码阅读

82-85专题研究赵杰.indd 75 2018/10/23 10:22:32

中国地震救援机器人技术发展现状及趋势

□文 / 徐若涵

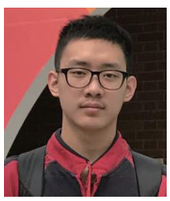
随着科技发展水平的不断提高，地震救援机器人已经在救援工作中开始普及，许多高校和科研院所也已经对地震救援机器人展开了深入的技术研究。本文将面向国内近五年兴起的地震救援机器人，从硬件和软件两方面展开技术分析，总结多种机器人常用结构在地震救援机器人上的使用情况，并指出其中的创新之处。此外，本文还将对地震救援机器人在软件层面的革新进行详细分析，解读技术背后蕴含的深层原理，探寻技术在地震救援机器人身上的实际应用价值。最后，通过总结近五年地震救援机器人总体的发展趋势，预测其未来发展前景。

中国地处环太平洋地震带与欧亚地震带之间，自古以来发生过多起强震（里氏震级 M > 6.0 级）近年来，我国地震预测技术不断提升，房屋抗震等级逐步提高，民众对于震后逃生的方式方法有了更加深入的了解和认识，这些都使得地震造成的受灾程度及死亡人数较以往有了明显降低，但尽管如此，地震对于群众生命财产安全造成的威胁仍不可小视。地震是严重的自然灾害之一，20 世纪中后期，在中国发生的自然灾害中，地震造成的死亡人数最多，占总人数的 54%。在灾难来临之际，抢险救援显得尤为重要。地震造成的救援难度是所有人有目共睹的，房屋损毁、山体崩塌，火灾和洪水事件随时有可能发生，这些都令救援工作充满挑战。在以往的地震救援工作中，消防官兵和医护人员总是出现在抢险救灾第一线，例如，在 2008 年四川汶川发生的 8.0 级大地震中，地震摧毁了大部分通往救援地区的道路，导致救援车辆迟迟不能及时进入重灾区，救援官兵们只能冒着生命危险徒步前往受灾地点，面对险峻峭壁与崎岖山路，官兵们的生命安全受到了严重威胁。地震救援机器人的出现，不仅可以代替救援官兵们执行危险任务，同时还能够提高救援效率，增大被困者的获救希望。

本文以 2013-2018 年上半年发表在各大期刊上的论文为参考，从专业角度对近年来地震救援机器人在硬件和软件两方面的革新做出了总结，阐述了地震救援机器人的优势，

86-93专题研究徐若涵.indd 72 2018/10/23 10:22:06





徐若涵 北京师范大学附属中学高三学生，担任校机器人社团社长。自 2013 年起开始接触机器人，多次参加机器人竞赛，并屡获国内外大奖。2016 年经选拔进入北京市青少年后备人才“拔尖人才”项目，在北京航空航天大学机器人研究所刘荣教授的指导下，进行机器人方向专业研究，并有完整课题制作。

探讨了其核心技术，指出了其发展趋势，以期为今后学者在地震救援机器人领域的研究提供参考。

地震救援机器人概述

地震救援机器人是应用于震后搜救、破拆和伤员运输的机器人，其灵活性高，越障能力强，大多依靠远程操控执行任务。地震救援机器人在很大程度上帮助了救援人员，在高危或复杂环境中，机器人可以代替人类执行一些危险性较高的任务，并迅速传输回有效信息，为救援人员提供参考，辅助制定救援计划。

地震救援机器人硬件部分

底盘

地震救援面临复杂地形，不仅有楼房倒塌所形成的狭小空间，还有山体崩塌造成的道路中断。因此，地震救援机器人需要具备拥有良好通过性的底盘，进而适应不同地形，具有良好的越障能力以及稳定性。笔者经过大量的文献调查，总结出以下三种底盘结构：履带式、轮式、足式。

针对以上三种结构，笔者分别都进行了调查与分析。

履带式

履带式机器人是研究者使用最多的结构，

86-93专题研究徐若涵.indd 73 2018/10/23 10:22:10



▣ 地震救援机器人的三种底盘结构

在机器人的底盘中安装履带轮或适应救灾环境的履带，越障进入灾区进行搜救。履带在机器人底盘一体成型，由于救援现场地形复杂，所需选装的履带都相对较重，可以大幅度减少路况对于机器人整体的影响，故其相较于轮式和足式结构而言，在稳定性中略胜一筹。此外，履带对于机器人的保护比其余两种结构都好，在救灾过程中防护能力更强。但履带式机器人的缺点也是非常明显的，其机动能力差，比较笨重，不方便在救灾区域进行小范围灵活移动，在这方面轮式和足式结构就会略胜一筹。

履带式机器人的研究已经较为成熟，可以在实际场景中投入使用，所以很多公司都相继推出了履带式救援机器人。例如，山东国兴智能科技有限公司生产的履带救援机器人，已经在实际救援中得到应用，并且该公司与国内多家高校和科研院所都建立了长期战略合作伙伴关系，共同成立了研发中心和人才培训基地。

为了进一步提升履带式机器人的性能，天津职业技术师范大学硕士研究生程二亭对此进行了研究 [1]。研究重点分析了履带式机器人底盘速度、关键零部件的受力以及履带机器人软件架构的功能性需求，并试图在分析的基础上研制出一台应用于复杂非结构化环境的信息采集救援机器人。

轮式

轮式底盘在形态上更像是汽车，通常情况下具备四个或者六个车轮，每个车轮均由电机独立驱动，从而可以在废墟中执行转弯、后退等动作，保障了在灾区现场的灵活移动。轮式底盘中，车轮占整车体积比例小，与履带相比更加轻便，所以整个机器人可以做小、做轻。其不足在于车轮比履带接触地面的面积小，且轮胎相对履带更为光滑，所以在复杂地形中很可能导致机器人行进不稳，遇到障碍物时，如果不及时躲避，就有可能发生翻倒等情况。

天津理工大学对于六轮救援机器人展开了深入研究 [2]，引出了轮式救援机器人的发展新趋势。该校设计出的理论模型通过遗传算法，使机器人在满足越障的约束条件下，保证自身的稳定性。

足式

足式底盘是近几年科研领域展示的最新成果，它参考生物运动的模式，在机器人的底盘上加装四条或者六条“腿”，从而化身为足式机器人。这样的设计让机器人的底盘集合了履带式和轮式底盘的优点，既可以在复杂环境下高效行进，同时又能保持较好的稳定性，并且摔倒后会有自动扶正装置帮助起身，是未来救援机器人的一大选择。由于目前足式机器人的研发刚刚开始，因此很多

86-93专题研究徐若涵.indd 74 2018/10/23 10:22:12

研发团队的成果还仅仅停留在试验阶段，并没有充足的准备将其应用在实际场景中。同时，研究足式机器人不仅需要工程学方面的知识储备，还需要有丰富的生物学积累，所以，目前制作出一个完美的足式地震救援机器人是比较困难的。尽管如此，未来的5~10年内，足式机器人仍会有希望取得非常大的突破，届时足式地震救援机器人有望在一定程度上取代履带式和轮式地震救援机器人。

由于足式底盘的研发正处于起步阶段，因此目前该结构使用情况较少。在国内，杭州宇树科技有限公司设计了一款名为“Laikago”四足机器人，尽管其不是运用在救援领域，但随着四足机器人的发展，足式底盘必将成为救援机器人底盘的首选。近年来，国内在足式机器人领域也在努力向国外先进水平看齐，目前国内主要有山东大学、哈尔滨工业大学、浙江大学三家高校在专攻足式机器人。据了解，浙江大学有望在不久的将来发布其研究的四足机器人。

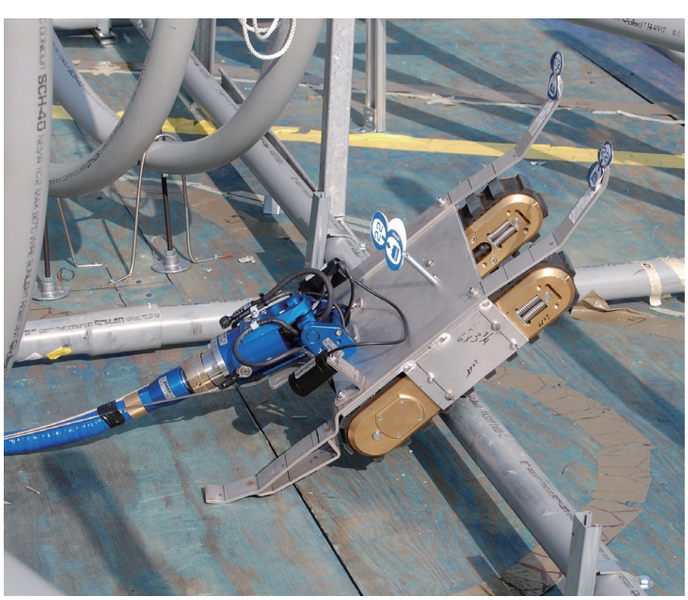
在救援方面，北京工业大学硕士研究生杨聪撰写题为《地震辅助救援四足机器人性能评价研究及其软件开发》的论文[3]，针对国内目前出现的几款足式机器人样机进行了性能优劣对比，为四足机器人的发展提供了决策依据，并且作者还自主开发了一款四足机器人性能评价软件，目的是为了记录地震救援足式机器人的相关工作参数，为接下来的研发提供参考。

操作装置

手臂式

手臂式机器人主要被用于模拟人类在救灾现场操作救援工具的动作。在操作诸如液压扩张钳、钢筋切断器、水泥切割机等重型救援工具时，救援人员不但需要耗费大量精力及体力，而且很难做到精准操控，容易对救援人员和受灾人员造成不必要的伤害。所以操作救援工具的任务现在多由机器人来承担。一般的手臂式机器人会将救援工具集成到臂前端，由操作人员远程控制完成任务，这使得工具操控精准度和整体工作效率都得到了大幅提高，并且发生意外的几率得到有效降低。手臂式机器人是目前使用广泛，在研究人员的不断革新中也出现了很多其他类型的手臂式机器人，如多关节手臂救援机器人和伸缩手臂救援机器人等，这些新型手臂式机器人的出现为地震救援带来了更多可能性，而且机械臂操作精度比过去更高，更适合在废墟等恶劣环境下工作。

手臂式救援机器人一般比较常见，江苏八达重工机械股份有限公司研制的双动力双



86-93专题研究徐若涵.indd 75 2018/10/23 10:22:13

臂手智能型救援工程机器人是目前国内最为先进的手臂式救援机器人[4][5]，机器人双臂、双臂手可协调作业，可实现剪切、破碎、切割、扩张、抓取等多项功能，其完成任务效率较一般手臂式救援机器人而言更高，在救援时可实现多任务同时进行，节约了救援时间。

顶撑式

地震顶撑救援机器人是目前比较新颖的研究课题，其为救援带来的作用不容小觑，该机器人利用其携带的千斤顶或者液压装置进入废墟内，拓展救援空间，进行起缝或顶撑任务，为救援人员的进入打通道路。地震顶撑救援机器人通常以轮式或履式底盘为载体，携带顶撑装置进入废墟，可为被困人员送去必要的生存物资。由于顶撑机器人一般会携带千斤顶或液压装置，因此整体重量相对较大，使用起来较不方便，机动性较差。

在顶撑式机器人的研究中，可供查找的资料有限，哈尔滨工业大学硕士研究生刘义祥和河北工程大学硕士研究生贺娜分别于2013年和2016年设计了顶撑救援机器人模型[6][7]。在救援机器人模型中，救援机器人与顶撑工具进行了结合，通过人类操作，可以控制机器人在废墟中执行起缝任务，为被困人员打开生命通道。对于顶撑机器人的研究目前尚处于样机试验阶段，国内并没有出现顶撑机器人在实际救援环境下使用的先例，故未来顶撑救援机器人将会具备广阔的研发前景。



新颖结构

在查阅文献的过程中，笔者注意到，近些年有很多新颖的结构被应用于地震救援机器人，其中包括大型机械变为地震救援机器人的多功能发明、转移废墟中受灾群众的机器人收纳系统、液压微控制系统以及轮履复合型机器人。这些硬件结构大都是先前学者们研究的升级版，更好地适应了当今地震救援的需求。

北京工业大学研究的钳剪抓一体多功能救援属具以及开孔取芯一体破拆救援属具[8][9]，最大限度地解决了城市地区震后救援场景中对多功能救援属具的迫切需求，既实现了破碎、搬移废墟的功能，又可以快速地与工程机械对接，让通用大型工程机械在短时间内转换为地震救援机械，用于地震救援。

地震救援机器人软件部分

传感器应用

视觉传感器——图像识别技术

视觉传感器在机器人中的应用十分普遍，图像识别技术主要基于视觉传感器来实现。

86-93专题研究徐若涵.indd 76 2018/10/23 10:22:14

近年来，随着人工智能技术（AI）和增强现实技术（AR）的兴起，图像识别技术得到了快速发展，图像识别技术主要通过既有算法对画面进行分析，提取其中的有效信息。大部分地震救援机器人中，都加装了视觉传感器，以此来获取救援现场的实时场景，然后通过计算机进行图象识别分析，由此判断救援现场状况，进而操作机器人执行救援任务。视觉传感器带来的优势在于可以让救援人员清晰地了解到废墟内部的实时状态，避免了只根据资料及外景图片进行分析而导致错误，并且由计算机辅助救援人员对救援现场复杂场景进行分析，有效地避免了因人工分析导致的失误。

2016 年 04 期《传感器与微系统》期刊中收录了一篇名为《机器视觉的灾后救援机器人越障系统设计》的文章 [10]。该研究团队使用 VC++ 编程，并调用 OpenCV 库对场景画面进行数学分析，进而到障碍物的数字图像信息，同时将相关信息实时传输给操作人员，以便其可以及时对机器人的行进路线进行调整，避开障碍物，这样可以使机器人在废墟中的运动更加灵活，减少碰撞。

生命探测装置

大多数救援机器人都会装有生命探测装置，该装置种类很多，其中红外、雷达和声音传感器使用最为广泛，这些传感器可以感应废墟内生命体的位置，及时对受灾人员进行定位，帮助救援人员制定营救计划。每种传感器都有其自身的限制，例如声音传感器会受探头周围轻微声音（如：机器人移动或周围人员走动的声音）的干扰，从而导致判断失误。红外传感器耗电量较大，由于其需要实时监测接收到的红外热信号，故其耗电量导致其不能长时间在废墟中工作，影响搜救效率。

惯性测量单元（IMU）

IMU 一般由三个单轴加速度计和三个单轴的陀螺组成，其自身有一个零设定值，此外还有三个轴：heading、pitch、roll。三个轴分别控制机器人的三个方向，当其偏离零值，则会通过一系列调整进行复原，达到自动复位的效果。

在地震救援机器人中，IMU 的作用十分重要，可及时判定机器人所处的状态，并做出有效调整。上文提到的足式机器人之所以可以在摔倒后自动复位，主要就是依靠 IMU 进行姿态复原。履带式机器人也需依靠 IMU 辅助工作，一旦履带与地面夹角超过规定度数，则停止行进，待恢复到安全范围内再继续行动。所以 IMU 可以有效避免救援机器人在实际救援场景中，因摔倒或侧翻而影响正常工作。

远程控制系统

地震救援机器人需要进入到废墟中，因为进入距离普遍较长，并且环境复杂，拖线操作必然不可取，所以机器人必须使用远程控制系统，从而使救援人员可对其进行远程操控。目前，大多数机器人主要依靠无线收发装置，实现远程操控。但该种方法局限性较大，一旦地形复杂，无线信号便会很难传出废墟，导致信号传输延迟或中断，影响救援进度。由于目前的传输方式比较单一，无法传输所有救援人员所需要的数据。

2016 年 2 月，《制造业自动化》期刊

86-93专题研究徐若涵.indd 77 2018/10/23 10:22:14

上发表了一篇名为《救援机器人远程控制系统的设计与实现》[11] 的文章，其通过基于 LabVIEW 的 Web 技术传输信息，使得机器人可以传输回大量有效信息。远程控制系统多在程序中有所突破，通过特定算法，使机器人的信息传输变得更加稳定。

东南大学研究设计的“基于 LoRa 及 MSP430 的影音实时传输搜救机器人”[12] 令人眼前一亮，用 LoRa 传输代替传统的无线传输，可以有效增加传输稳定性，并且在同等条件下传输距离更远，功耗更小。其设计的搜救机器人还搭载了 TI-MP430 单片机及 5.8 GHz 的无线图传模块，使机器人可以长时间在废墟中进行工作，并快速传回更加明确的信息。

定位系统

由于地震救援机器人在废墟中的路线复杂多变，因此导航系统显得尤为重要，导航系统包括地图系统和路线指引系统。由于全球定位系统（GPS）和北斗卫星导航系统（BDS）在小范围（<10m）内的定位还不足够精确，所以深入废墟的救援机器人需要拥有独立的定位方式，帮助其在废墟中顺利行进。

关于救援机器人定位系统的最新技术刊载在 2018 年 2 月的《物联网学报》中，其中名为《雾计算赋能机器人同步定位与地图构建》的文章介绍了机器人定位的新方式——雾计算 [13]。这是救援机器人定位系统的创新，其巧妙运用雾计算构建救援时的地图，指引机器人更准确、更快捷地到达事故地点。

兰州理工大学硕士研究生魏豪左研究了视觉 SLAM（即时定位与地图创建，Simultaneous Localization and Mapping）[14]，机器人在室内运行过程中，利用 Kinect 传感器采集室内场景的彩色图和深度图，随后在控制系统中进行处理，使用 SIFT 算法与 GTM 算法寻找匹配点，剔除错误匹配点。同时结合场景深度信息来指导 ICP 算法对三维点云进行帧间配准，求取出相邻两帧的旋转矩阵和平移矩阵，最后依据这两个矩阵将机器人运行时获得的图像序列拼接成三维地图，从而创建出比较详实的室内环境三维地图。这样的技术若可以应用在目前实际救援使用机器人当中，必将使救援水平产生质的飞跃。

软件及传感器是未来研究重点

虽然现在地震救援机器人的发展到达了一个新的水平，但其在真正救援中的使用仍相对较少。我国地震多发地区经济发展水平一般相对落后，因此难以在短期内引入先进的救援设备，并且使用机器人还需要经过专业的知识的培训，这些都使得地震救援机器人在短期内难以快速普及。

近年来，我国逐渐支持地震多发区引进相对成熟的地震救援机器人，并派相关专家赴地震多发地区（如：四川、新疆等）进行宣传与推广，使得地震救援机器人能够在地震来临时发挥重要作用。

未来，软件及传感器是学者们应该重点研究的方向，因为对于地震救援机器人而言，硬件的创新更多是在前人研究的基础上进行提升、整合，而软件部分则有着很大的发展空间，软件的提升会让机器人变得更加灵活，令人类更易操作，进而使机器人的工作效率

86-93专题研究徐若涵.indd 78 2018/10/23 10:22:14

得到更大提高。

参考文献：

[1] 程二亭 . 灾害环境救援用履带式机器人关键技术的研究 [D]. 天津职业技术师范大学 ,2016.

[2] 尹理才 . 六轮救援机器人的设计与研究 [D]. 天津理工大学 ,2016.

[3] 杨聪 . 地震辅助救援四足机器人性能评价研究及其软件开发 [D]. 北京工业大学 ,2016.

[4] 陈金凤 , 周峰 , 陈利明 . 双动力双臂手智能型救援工程机器人技术升级路径 [J]. 工程机械与维修 ,2015(03):50-52.

[5] 救援机器人现身地震灾区 [J]. 机械 ,2013,40（05）:81.

[6] 刘义祥 . 废墟表层顶撑机器人研究 [D]. 哈尔滨工业大学 ,2013.

[7] 贺娜 . 新型顶撑救援机器人的设计与研究 [D]. 河北工程大学 ,2016.

[8] 宋伯宸 . 钳剪抓一体多功能救援属具的设计 [D]. 北京工业大学 ,2017.

[9] 吴佳尉 . 开孔取芯一体破拆救援属具的设计 [D]. 北京工业大学 ,2017.

[10] 王宇 , 刘泓滨 , 李华文 . 机器视觉的灾后救援机器人越障系统设计 [J]. 传感器与微系统 ,2016,35(04):79-81+85.

[11] 陈炜 , 马利 , 陈吉保 . 救援机器人远程控制系统的设计与实现 [J]. 制造业自动化 ,2016,38(02):67-70.

[12] 段晓峰 , 玉正英 , 刘琪 , 陈桦宁 . 基于 LoRa 及 MSP430 的影音实时传输搜救机器人研究与设计 [J]. 机电信息 ,2017(09):86-87.

[13] 杨旸 , 李凯 , 徐海东 , 王华俊 , 王昆仑 , 李剑 , 周明拓 . 雾计算赋能机器人同步定位与地图构建 [J]. 物联网学报 ,2018,2(02):33-40.

[14] 魏豪左 . 基于深度视觉的室内移动机器人 SLAM 算法研究 [D]. 兰州理工大学 ,2016.



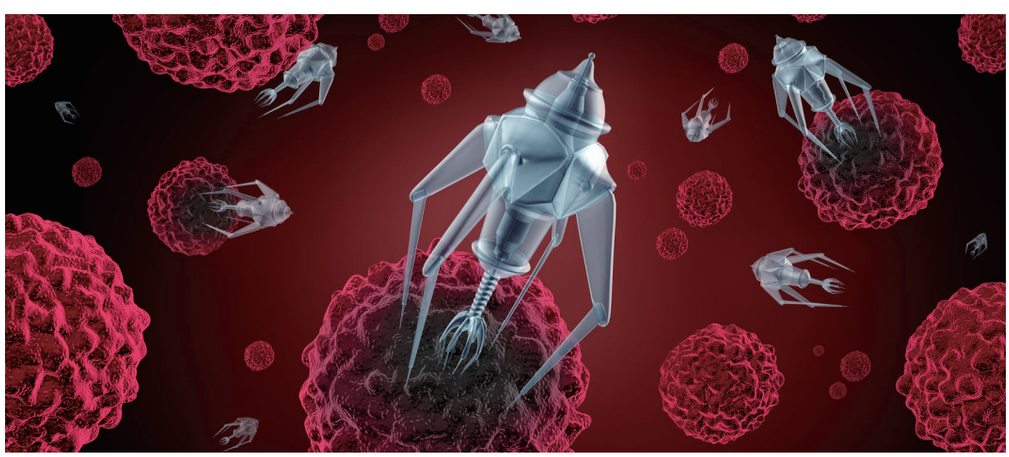
手机扫码阅读

86-93专题研究徐若涵.indd 79 2018/10/23 10:22:18

由光场控制的柔性微型机器人的步态学习

□文 / 编辑部编译

柔性微型机器人是一种亚毫米级的移动机器人设备。而基于光响应材料并由光场控制的柔性微型机器人可以产生多种不同的步态。最近，吕贝克大学、斯图加特大学、苏黎世联邦理工学院的研究员就对此进行了研究。该研究在微型机器人系统的背景下，将“步态”定义为导致运动的任何周期性变形模式。这些柔性微型机器人的变形和步态可以通过驱动光场而被灵活地控制和调整，从而使步态适应不同的环境。该研究所采用的基于具有高斯过程的贝叶斯优化学习方案是高度数据有效的，并且对于微型机器人之间的差异具有鲁棒性。



基于光响应材料并由光场控制的柔性微型机器人可以产生多种不同的步态。尽管由于缺乏精确的运动模型并且考虑到微型机器人之间的内在可变性，分析控制设计是不可能的，但这种固有的灵活性可以在给定的环境中最大限度地发挥它们的运动性能，并且用于使它们适应变化的条件。另一方面，常见的数据驱动方法需要进行大量的实验，并产生非常特定于样本的结果。本文提出了一种基于贝叶斯优

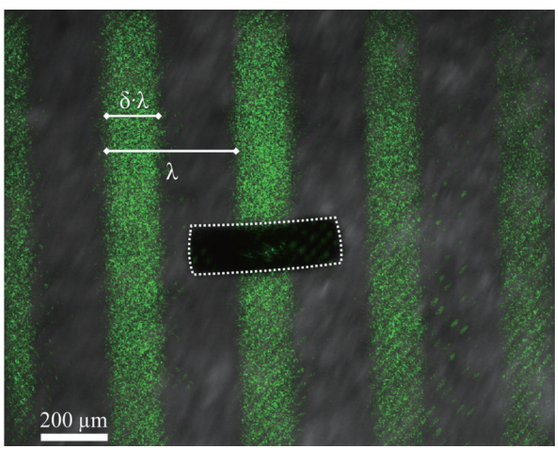
94-99前沿微型机器人.indd 72 2018/10/23 10:24:19

化（Bayesian Optimization，BO）和高斯过程（Gaussian Processe，GP）的光控柔性微型机器人的概率学习方法。该方法产生了高度数据有效的学习方案，可以实现在有限实验预算下的步态优化，以及实现针对微机器人样本之间差异的鲁棒性。通过在半合成数据集上比较不同的 GP 先验和 BO 设置来设计学习方案，从而获得这些特征。该开发出来的学习方案在微型机器人实验中得到验证，其结果为：微型机器人的运动性能提高了 115%，而其实验预算仅为 20 次测试。这些令人鼓舞的结果为基于光控柔性微型机器人和概率学习控制的自适应微型机器人系统的开发开辟了道路。

引言

柔性微型机器人是一种亚毫米级的移动机器人设备，由柔性的、刺激响应性的材料制成，可以作为传感器和 / 或执行器。实际上，因为没有机器人部件可用在微型规模级别上，所以在微型机器人中实现基本的机器人功能正是需要通过这些制造微型机器人的材料。

最近，由光响应的液晶弹性体（liquid-crystal elastomer，LCE）组成的柔性微型机器人已经问世。这些柔性连续机器人基于材料的驱动是由结构光场提供动力和控制的（如图 1 所示），从而产生具有多个内部自由度（degrees of freedom，DOF）的微型机器人。本文在微型机器人系统的背景下，将“步态”定义为导致运动的任何周期性变形模式。因此，这些柔性微型机器人的变形和步态可以通过驱动光场而被灵活地控制和调整，从而使步态适应不同的环境。尽管如此，通过手动调节光场参数以找到良好的运动性能仍是非常低效和耗时的，特别是考虑到以下几点：（1）通常没有精准的微型机器人运动模型；（2）由于手工制造过程，每个微型机器人在某种程度上都是不同的；（3）随着材料缓慢的退化，微型机器人的响应会随时间的推移而变化。因此，从数据中学习有效的步态是一种可行的方法。



▣ 图 1：由结构光场提供动力并控制的柔性微型机器人。图为机器人（带有虚线轮廓的黑色）和波长为 λ 和占空比为 δ 的线性光波；在该示例中，λ=300pixel（约 390 μm）并且 δ=40%。该模式将在下一个步骤中向右移动。

本文提出了一种自动学习程序，以找到在给定环境中由光驱动的柔性微型机器人的最佳步态。最佳的控制器参数，即驱动光场的参数，由贝叶斯优化（BO）逐步进行评估。在这种情况下进行学习会带来一些特殊的挑战。首先，所开发的学习方案应该是高度数据有效的，能够利用先验信息并利用经验数据在有限数量的实验中接近最佳的运动性能。同时，它应该具有鲁棒性，能够抵抗微型机器人之间的差异，并且能够独立于所使用的

94-99前沿微型机器人.indd 73 2018/10/23 10:24:20

特定微型机器人有良好的表现。

这项研究是首次尝试从亚毫米机器人的数据中学习控制器。首先，我们定义了一种从微型机器人的跟踪图像中有效评估运动速度的方法。然后，我们记录了对半合成数据集上的多个 BO 设置（即采集函数、内核、超参数）的比较，该数据集基于来自微型机器人实验的实际数据并且被增强到微型机器人间的可变性模型上。最后，我们演示了在真实机器人实验中成功的学习，与初始猜测相比，运动性能提高了 115％。该实验是使用先前未测试过的微型机器人进行证实的。

微型机器人系统

在这项研究中，我们学习了所开发的柔性微型机器人的最佳步态。它们由单片的 LCE 组成，这些 LCE 响应光线而进行主动且连续的变形。当局部发生变形时，可以通过用适当的光场刺激微型机器人来获得所需的运动模式。这种方法使微型机器人具有许多内部的自由度。换句话说，基于光的控制使这些亚毫米级的单片结构表现得如同它们包含许多独立的、无线控制的执行器。

通过调制激光束的强度并通过显微镜目标投射到微机器人的工作空间来产生驱动光场。通过相同的目标观察微型机器人，该相机以 10 帧 / 秒的速度对工作空间成像，并且分辨率为 1280×1024 pixel（1pixel=1.29 μm）。通过计算机控制的数字微镜器件（digital micromirror device，DMD）模块（V-7000，ViaLUX）在空间和时间上对激光束(532nm-Verdi G10,Coherent)进行调制。该 DMD 由一个 1024×768 个微镜构成的阵列组成，每个微镜代表一个投影光场中的像素。微镜以二进制的方式调制光强度，而灰度级控制可以通过高频脉冲宽度调制（pulse-width modulation，PWM）实现。因此，微型机器人系统原则上具有大约106个控制参数，每个控制参数可以呈现 28 个值。这为步态优化提供了巨大的参数空间。在这样的高维参数空间中直接学习控制器参数将需要大量的实验数据。因此，在这个阶段，我们提出通过采用有效的控制器结构并使用 BO 调整其临界自由参数来学习步态。

步态学习方法

我们将由光驱动的柔性微型机器人的步态学习问题表述为适当参数化开环控制器的成本最小化问题。步态学习算法如图 2 所示。我们使用仅具有少量开放参数的周期性光模式，然后在该光模式的参数空间中进行优化。

具有 GP 的 BO 是本文所提出的步态学习方法的核心。具有 GP 的 BO 已经成功地得到了使用，例如，用于双足机器人、四足机器人和厘米级六足机器人的步态学习。它也被提出用于自动反馈控制器的调优。GP 的一个主要优势在于允许以概率性先验的形式包含关于系统的现有信息。这减小了学习成本函数的良好近似所需的数据集大小，同时保持了非参数模型的灵活性。

学习一维运动的步态

我们考虑步态学习问题的具体实例，即

94-99前沿微型机器人.indd 74 2018/10/23 10:24:20

学习浸没在液体中的圆柱形微型机器人的一维（1D）运动（如图 3 所示）。特别是，将微型机器人放置在培养皿的底部，培养皿表面涂有聚二甲基硅氧烷（Polydimethylsiloxane，PDMS）以避免粘附，并浸没在硅油中。微型机器人的运动是其周期性变形的结果，由所投射的光场提供动力和控制。

首先描述用于控制微型机器人的光模式及其定义参数。然后定义运动目标和用于学习 1D 步态的相应成本函数。最后，估计出 GP 的超参数。

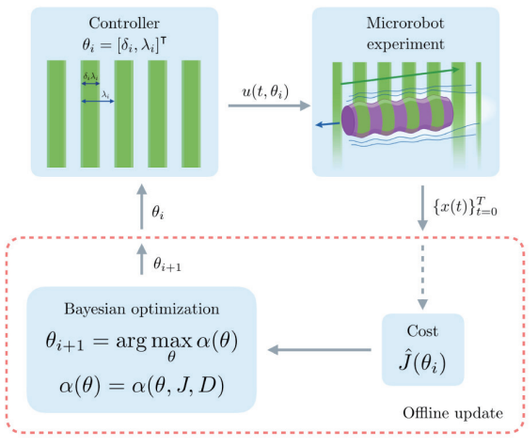
半合成基准测试

为了使 BO 在实践中良好地运行，我们需要适当地选择一些设置，特别是内核和采集函数。这些适当的选择应该能够对不同的微型机器人进行泛化，同时保持数据效率。为了系统地确定良好的设置，我们考虑使用半合成的成本函数并对不同的设置进行基准测试。

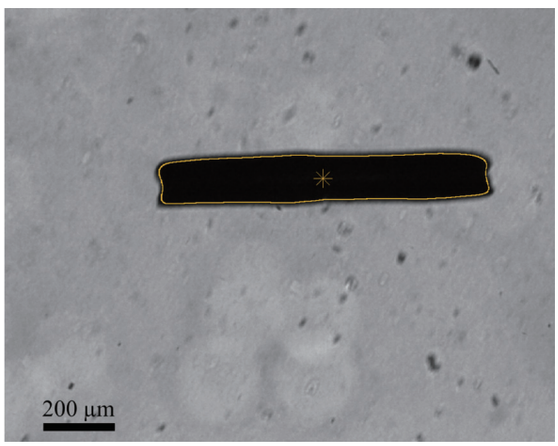
我们首先描述了如何生成半合成成本函数，然后对 GP 和 BO 所经过考虑的设计选择进行了激励，最后得出了基准测试的结果。

实验结果

采用一种新的微型机器人对所开发的学习控制框架进行实验验证。由于每个微型机器人之间略有不同，最佳步态参数也会有所不同。在没有学习新微型机器人的具体成本函数的情况下，最著名的控制器参数为 λ =645 μ m，δ =30 %。从这个初始控制器开始，我们使用



▣ 图 2：从数据学习控制器参数。在每次迭代 i 中，控制器为微型机器人生成不同的控制输入 u。在本案例中，控制输入是由θ_i参数化的动态光场（由绿色条表示）。跟踪微型机器人在实验过程中的状态轨迹$\{x(t)\}_{t=0}^{T}$，并通过成本函数评估其性能。将得到的成本 $\hat{J}$ 返回给优化器并添加到数据集 D。基于 GP 后验 J|D，采集函数 α 被最大化，并且获得用于下一个实验的一组新参数。

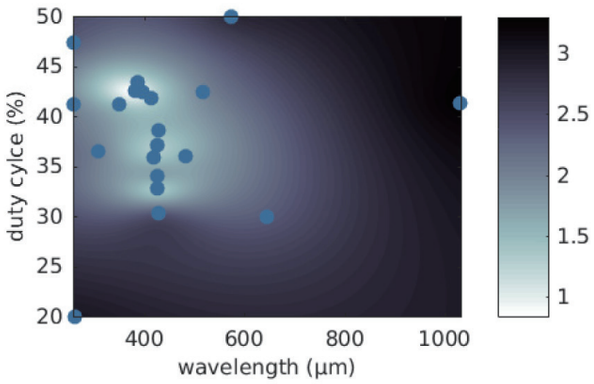


▣ 图 3：在相机中从上方看到的处于操作过程中的微型机器人。其位置由估计边缘（黄线）包围的区域的质心（黄色星）

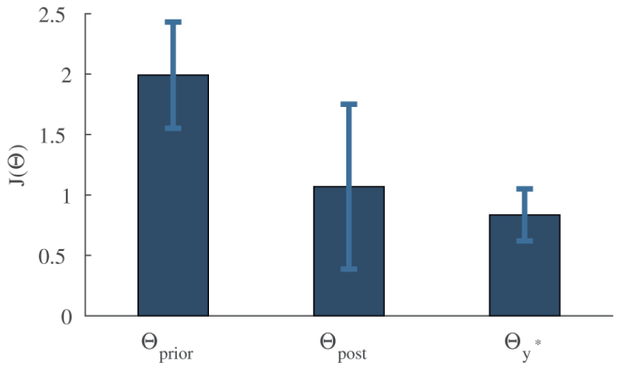
20 个样本的实验预算来执行 BO。参数空间上所学习的成本函数如图 4 所示。

然后将初始性能与具有最低后验平均值

94-99前沿微型机器人.indd 75 2018/10/23 10:24:21



▣ 图 4：参数空间中所学习的成本函数的后验均值。蓝点为 20 个样本的位置。



▣ 图 5：初始、后验和最佳观察的控制器参数成本及其基于对每个参数集三次评估的标准偏差。

（θ_{post}）和最低观察成本（θ_{y*}）的参数集的性能进行比较。最低后验平均值的参数为 δ_{post} = 43% 和 λ_{post} =376μm，而最低观察成本的参数为 δ_{y*}=43% 和 λ_{y*} = 381μm。图 5 所示为所获得的成本函数 J(θ) 的值。值得注意的是，我们分别在最低后验平均值和最低观察成本的情况下将成本降低了 46% 和 58%。相应地，运动性能，即平均速度 V_m，相对于先前的实验获得的初始控制器参数（$V_{m,prior}$ = 1.01%bl/s）增加了 92%（$V_{m,post}$ = 1.93%bl/s）和 115%（$V_{m,y*}$= 2.17%bl/s）。

手机扫码阅读

结论

本文首次研究并论证了亚毫米机器人最佳步态的概率学习潜力。特别是，所提出的基于具有 GP 的 BO 学习方案被证明是高度数据有效的，并且对于微型机器人之间的差异具有鲁棒性。这些特征对于由光驱动的柔性微型机器人是必不可少的，它们在连续的刺激下具有相对高的可变性和有限的寿命。该 BO 学习方法是具有通用性，并且可以用于为其他微型机器人系统确定最佳的控制器参数。

我们用于开发步态优化学习方案的方法是基于半合成基准函数定义的。这种方法使我们能够评估不同学习方案对于微型机器人之间变异性的鲁棒性，并选择具有最大机会的方案来为存在微小差异的微型机器人提供运动性能方面实质性的改进。这在实际的微型机器人实验中得到了验证。通过使用不同的微型机器人进行半合成基准测试和验证实验，我们证明了该方法可以解决微型机器人之间的差异问题。

学习控制是构建基于由光驱动的柔性微型机器人的完整机器人系统的重要一步。不过，未来仍存在许多有趣的挑战。未来的研究方向是针对问题特定内核的设计，以及在更高维度的参数空间中学习更复杂的步态以利用微型机器人的多自由度。例如，这与使用圆盘形微型机器人进行二维平面运动相关。此外，扩展 BO 以学习时变成本函数也是非常有趣的，因为它将使微型机器人能够适应材料性能的退化，更重要的是，适应环境的变化。

94-99前沿微型机器人.indd 76 2018/10/23 10:24:22

Gaussian ROBOTICS 高仙机器人

行无界·智无限

高仙商用清洁机器人

ECOBOT SCRUB 75

高效 FASTER 清洁

超强 DEEPER 待机

覆盖 LONGER 10W㎡



- 4级循环过滤 4 Stage Water Filtration
- 6小时超长续航 6 Hours Li-ion Battery
- 精准导航 Precise Navigation
- 自主建图 Autonomous Mapping

94-99前沿微型机器人.indd 77 2018/10/23 10:24:22

Soter：使用“运行保证”编程安全机器人系统

□文 / 编辑部编译

如今，得益于技术的不断进步和成熟，机器人系统的应用越来越普遍，但人们对于机器人系统的高要求无形中也增加了系统的复杂度。然而，形式验证和系统测试的进步速度与复杂度的增加速度并不成正比。那么，我们该如何确保机器人系统的安全性呢？最近，伯克利加州大学的 Ankush Desai、Shromona Ghosh、Sanjit A. Seshia、Natarajan Shankar 和 Ashish Tiwari 等研究人员针对这一问题进行研究，提出了运用“运行保证”技术来解决这一问题。

随着技术的成熟，机器人系统在社会中发挥着越来越多的安全性、关键性作用，比如，交付系统、监视系统，以及个人交通等。与此同时，这种对于自动化的追求趋势也导致了系统复杂程度的不断提高，包括高级数据驱动的机器学习组件的集成。然而，形式验证（formal verification）和系统测试的进步尚未能够跟上日益增加的复杂度。此外，机器人系统对第三方现成组件和机器学习技术的依赖性预计会增加，这将导致正在部署的系统的复杂性，与通过形式验证获得安全性和正确性认证的系统之间的差距越来越大。

弥合这一差距的一种方法是利用运行保证（run-time assurance，RTA）技术，其中，设计时的验证结果可用于构建一个系统，该系统在运行时监控自身及其环境，并切换到可证明安全性的运行模式，有可能性能较低，且会牺牲某些非关键性的目标。运行保证（RTA）框架的一个突出例子是单纯形架构（Simplex Architecture），已被用于构建具有一定正确性的安全关键航空电子设备、机器人和网络物理系统。Simplex 架构将一个未经认证的高级控制器（AC）与一个经过认证的正确安全控制器（SC），以及决策模块（DM）相结合，其中 DM 的作用是在 AC 和 SC 之间切换，以使整个系统保持安全。然而，RTA 之前的大多数应用，在设计用于这种系统的定时和通信行为时，不提供高级语言支持，用于以一种模块化方式构造可证

100-104前沿伯克利加州大学.indd 72 2018/10/23 10:25:35

明安全性的 RTA 系统。以往的技术要么将 RTA 应用于系统中的单个不可信组件，要么将大型单片系统包装到 Simplex 的单一实例中，而这使得相应的 SC 和 DM 的设计和验证变得困难或不可行。Schierman 等人对如何在无人驾驶飞机系统的软件堆栈的不同级别上使用 RTA 框架进行了研究。在最近的一项研究中，Schierman 等人提出了一种基于组件的单纯形架构（CBSA），它将假设保证合同（assume-guarantee contracts）与 RTA 相结合，以确保基于组件的网络物理系统运行时的安全性。然而，为了便于构建 RTA 系统，需要一种通用编程框架，用于构建具有运行保证的、可证明安全性的机器人软件系统，且该系统还考虑诸如定时和通信的实现方面。

在本文中，我们试图使用 Soter 来解决这一需求，Soter 是一个使用运行保证构建安全机器人系统的编程框架。Soter 程序是周期性过程的集合，称为节点，它使用一个“发布—订阅”的通信模型进行交互。Soter 中的 RTA 模块由一个高级控制器节点、一个安全控制器节点和一个安全规范组成，如果模块格式良好，则框架提供一个系统满足安全规范的保证。Soter 使得程序员能够以声明的方式构建一个具有指定时序行为的 RTA 模块，将可证明安全性的操作与安全时使用 AC 的特征相结合，以实现良好的性能。我们的评估表明，Soter 能够有效地实现这种安全性和性能的融合。

Soter 采用了用于将整个 RTA 系统的设计和验证分解为单个 RTA 模块的结构，同时保证了整个复合系统的安全性。Soter 包括一个编译器，它能够生成实现切换逻辑的 DM 节点，并生成 C 代码，以便在诸如机器人操作系统（ROS）和 MavLink 等常见的机器人软件平台上执行。

我们通过构建一个安全的自主无人机监控系统对 Soter 框架的有效性进行评估。我们展示了 Soter 可用于构建一个由第三方不可信组件和复杂机器学习模块组成的复杂机器人软件堆栈，并且仍然能够提供系统范围内的正确性保证。生成的机器人软件代码已经在实际无人机平台（3DR 无人机）和模拟（使用 ROS/Gazeb 和 OpenAI Gym）上进行了测试。我们的测试结果表明，使用 Soter 构建的受 RTA 保护的软件堆栈，可以在使用不安全的第三方控制器的时候，以及在高级控制器中使用故障注入引入 bug 的时候，确保无人机的安全性。

总而言之，我们的论文做出了以下新颖的贡献：

1. 一个基于 Simplex 的运行保证系统的编程框架，为安全机器人系统的模块化设计提供了语言原语；

2. 一个基于可达集计算的理论形式，使得系统能够保持可靠安全性，同时保持安全和高级控制器之间的平滑切换行为；

3 在模拟和实际无人机平台上的实验结果表明，在存在不可信或未经验证的组件的情况下，Soter 是如何用于保证系统的正确性的。

运行保证的体系结构

图 1 显示了由三个子组件组成的 RTA 架构（类似于 Simplex）：（1）在正常操作条件下控制机器人的高级控制器（AC），并且旨在实现涉及特定度量（例如，成本和时间）

100-104前沿伯克利加州大学.indd 73 2018/10/23 10:25:35

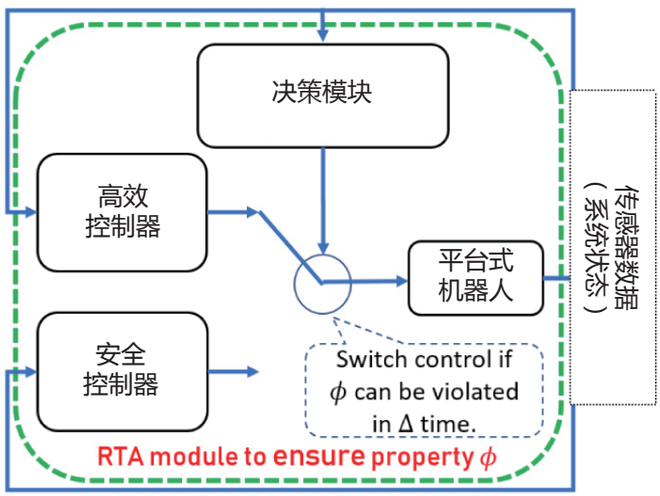


图 1：RTA 架构

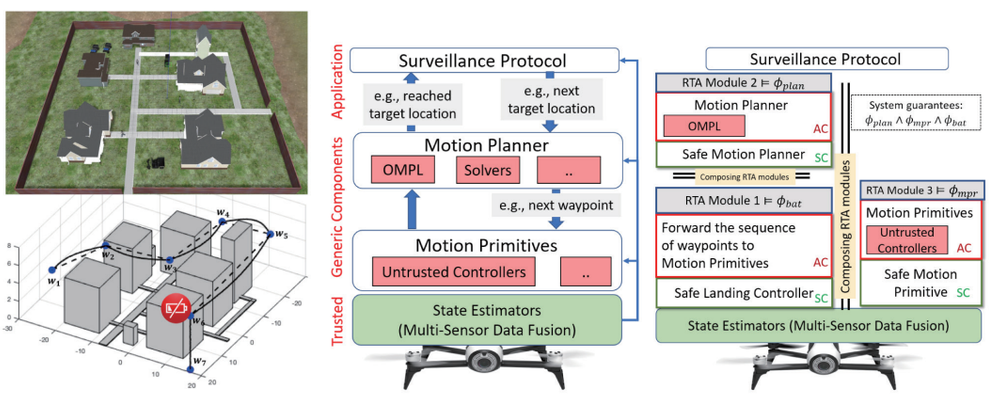
的高性能。AC 针对性能进行了优化，并且没有附带安全证书。（2）安全控制器（SC），可以进行预先认证，以使得机器人保持在工厂 / 机器人的安全操作区域内运行。（3）经过预先认证（或自动合成为正确）的决策模块（DM），以定期监视工厂的状态，并确定何时从 AC 切换到 SC，以确保系统保持在安全区域内。

当 AC 控制系统时，DM 每隔 Δ 周期对系统状态进行监视（采样），以检查系统是否能够在时间 Δ 内违反预期的安全规范（ ϕ ）。如果是，则 DM 切换控制到 SC。我们将 DM 从 AC 切换到 SC 的条件作为切换条件。

案例研究：无人机监控系统

在本文中，我们考虑建立一个监视系统，其中，自主无人机必须安全地在城市中巡逻。图 2a（顶部）显示了来自 Gazebo 模拟器的工作空间快照。图 2a（底部）显示了工作空间的障碍物图，所有障碍物（房屋、汽车等）都是静态的。

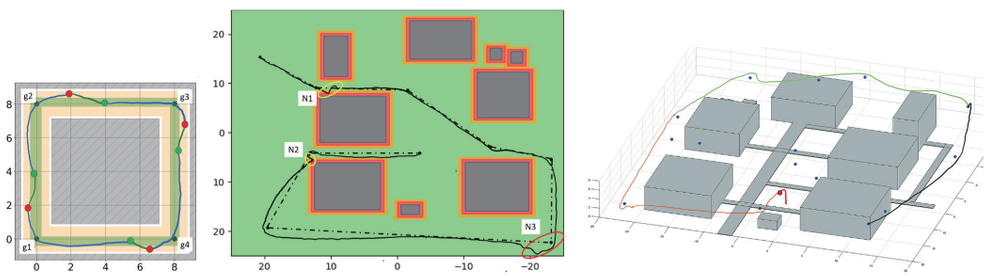
图 2b 显示了无人机监控系统的软件堆栈。应用层实现监视协议，该协议确保应用特定属性（ ϕ_{app} ），例如，必须经常性地访问所有监视点。软件堆栈的通用组件包括运动规划器和运动原语。该应用程序为无人机生成下一个目标位置。运动规划器对运动计



(a) Case Study: Drone Surveillance　(b) Robotics Software Stack for Drone Surveillance　(c) RTA-Protected Robotics Software Stack

图 2：使用 Soter 进行的无人机监视系统中，由运行保证保护的机器人软件堆栈

100-104前沿伯克利加州大学.indd 74　2018/10/23 10:25:36



(a) RTA for Safe Motion Primitive (b) Safe Motion Primitives during Surveillance Mission (c) Battery Safety during Surveillance Mission

图 3：使用 Soter 建立的受 RTA 保护的无人机监视系统的评估

划进行计算，该运动计划是从当前位置到目标位置的一系列路标点。图 2a（底部）中的 $w_1 \cdots w_6$，表示由运动规划器生成的运动计划，虚线表示无人机的参考轨迹。在接收下一个路标点上的运动原语模块生成所需的低级控制，以密切跟踪参考轨迹。图 2a（底部）中的轨迹表示无人机的实际轨迹，由于潜在的动力学、干扰等因素，它偏离了参考轨迹。

用于安全运动规划器的 RTA

我们使用的是 OMPL，这是一个第三方运动规划库，它实现了许多最先进的基于采样的运动规划算法。我们使用来自 OMPL 的 RRT 算法为我们的监控应用程序实现了运动规划器。

总而言之，我们使用格式良好的 RTA 模块理论构建了三个 RTA 模块：运动原语、电池安全性和运动规划器。受 RTA 保护的软件堆栈（图 2c）是三个模块的组合，在研究中，很多受 RTA 保护的软件堆栈中的软件进行了循环仿真。我们还将生成的代码在真正的无人机上进行了部署，以进行类似的实验。

相关研究

在这篇文章中，我们对此次的研究进行了详细的概述。可以说，单纯形架构除了广泛用于航空电子和机器人领域外，在其他领域也有着广泛的应用。D.Phan、J.Yang 等人提出了基于组件的单纯形架构和 A-G 合同，用于自动确定开关逻辑并在需要时执行协调切换。在本文中，我们使用这些原理在 Matlab 中为 QuickBot 设计原型软件堆栈。从文中，我们可以获得一些灵感，并从以下两个问题的解决中为以后的研究奠定了基础：（1）我们提出了一个用于组合性构建系统的编程框架，以便整个系统的安全问题可以分解为由单一模块保证的 RTA 不变量。（2）我们使用该框架来构建安全的无人机任务。一个重要的区别是，我们使用 ϕ_{safer} 来确保系统的高性能行为。在《用于网络物理系统的沙箱控制器》中，作者将 Simplex 方法应用于沙箱网络物理系统，并提出了一种基于自动可达性的方法来推断切换条件。

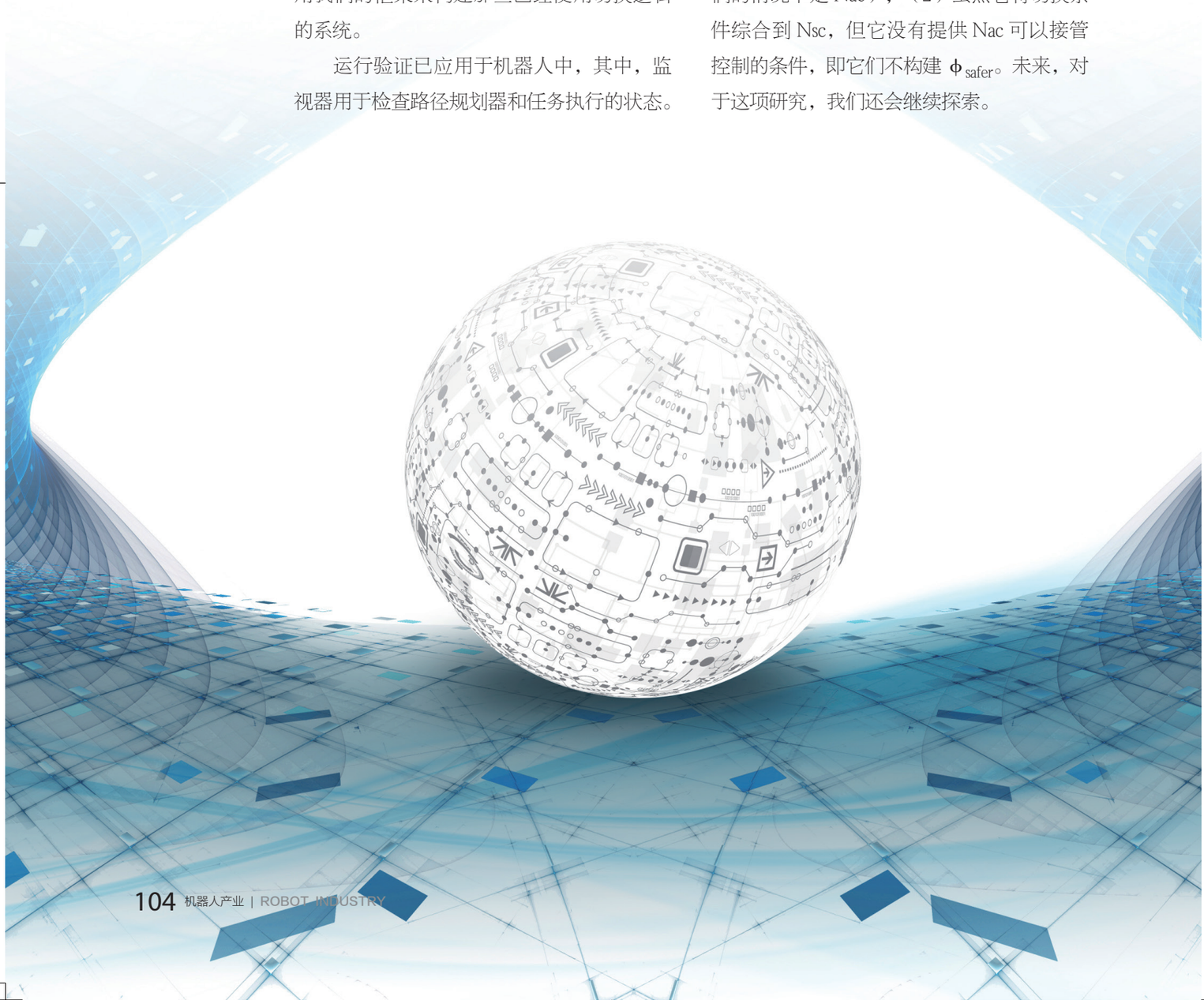
我们将一个通用运行保证架构进行了形

100-104前沿伯克利加州大学.indd 75 2018/10/23 10:25:36

手机扫码阅读

式化，并在移动机器人系统的编程框架中实现它。安全关键系统的安全控制是一个非常活跃的研究领域。可达性（Reachability）分析经常用于研究控制系统的安全性。在正常条件下使用高级控制器（AC）的想法得到了研究人员的关注，在边界处，使用最佳安全控制（SC）来保持安全性已经用于在现实世界中操作四旋翼飞行器。我们可以使用这些方法来设计 SC，并且在某些情况下，可以使用我们的框架来构建那些已经使用切换逻辑的系统。

运行验证已应用于机器人中，其中，监视器用于检查路径规划器和任务执行的状态。在本文中，我们实现了一个基于运行保证的编程框架，该框架支持复原以确保在现实世界中安全执行机器人系统。最近，ModelPlex 将 CPS 模型的离线验证与系统执行的运行验证相结合，以便通过构造运行监视器来构建正确的模型，从而为运行时的 CPS 执行提供正确的保证。虽然 ModelPlex 的目标与我们的 RTA 框架相似，但它在两个方面有所不同：（1）它依赖于可用模型的完整知识（或在我们的情况下是 Nac）；（2）虽然它将切换条件综合到 Nsc，但它没有提供 Nac 可以接管控制的条件，即它们不构建 ϕ_{safer}。未来，对于这项研究，我们还会继续探索。



100-104前沿伯克利加州大学.indd 76 2018/10/23 10:25:38

丰田：传统汽车厂商的“机器人梦”

□文 / 刘京运

不觉间，曾经的光辉岁月已经成为了谈笑间的往事，如今的传统汽车厂商脸上浮现出了越来越多的焦虑。随着算力、算法、数据的不断提升与完善，以及硬件性能、成本的快速优化与降低，一批正在崛起的造车新势力试图在未来市场中分得一份“蛋糕”，而造车领域的“前辈们”也正在向智能科技领域积极拓展业务，希望通过构建更加全面的产业链网络来激发内在的崭新活力，丰田就是其中的一个代表。



智能化、电动化、网联化、共享化被认为是未来汽车的发展趋势，这“四化”的提出打破了造车行业的高门槛，使得老牌车厂在过去漫长岁月中积累的技术优势被迅速拉低。以互联网企业与新兴创业公司为代表的新造车势力敏锐地察觉到了新一轮“风口”的出现，并且快速在远程操控和自动驾驶等多个领域展开布局，希望借助第四次工业革命浪潮的机遇，与传统造车势力站在同一起跑线进行角逐。

作为世界上最大的汽车公司，丰田（TOYOTA）这一品牌可谓家喻户晓。早年间，

100-104前沿伯克利加州大学.indd 77 2018/10/23 10:25:40



在互联网还没有广泛普及的时候，电视荧幕中播放的一部名为《头文字 D》的动漫便在无数青年人心中种下了赛车的梦想，后来这部动漫被改编为同名电影，一时间风靡全国，影片中男主人公驾驶的车辆一度成为了年轻人心目中的梦想座驾。

如今，这个叱咤风云的汽车厂商脸上流露出了日益明显的焦虑，面对新造车势力的重重“围剿”，丰田迫切需要采取新的手段来拓展自身的市场业务，在传统的产业生态中寻求新变量。

当然，在探索一个企业的未来之前，我们需要充分了解它的过去。

从自动织机走向发动机

丰田汽车公司的名字取自于其创始人丰田喜一郎的姓氏。丰田喜一郎出生于 1894 年，其父亲丰田佐吉发明了日本第一台自动织机，后经过一系列改进，使得日本当时的织机制造技术一度赶上世界领先水平，因此丰田佐吉也被外界视为“日本爱迪生”。或许是自幼受到父亲影响的缘故，丰田喜一郎对于科技研究有着一股与生俱来的“韧劲”。

丰田佐吉在 1906 年成立了丰田织机公司，当时丰田织机生产的棉布在中国拥有广泛的市场。丰田喜一郎作为家中长子，被其父亲视为自己事业的接班人。为了让丰田喜一郎具备更加丰富的知识储备，能够在未来更好地改进纺织工艺，壮大家族企业，丰田佐吉将丰田喜一郎送入了东京帝国大学（现更名为“东京大学”）工学系机械专业深造。大学毕业后，丰田喜一郎顺理成章地回到了父亲的企业，成为了一名机械师，经过在一线长达 10 年的锻炼，丰田喜一郎逐渐成长为一名主管技术的常务经理。在外人看来，丰田喜一郎按照这一趋势发展下去，本可以衣食无忧地度过自己的后半生，然而丰田喜一郎一直想凭借自己的努力成就一番新的事业。

经过漫长的研究与钻研，丰田喜一郎于 1937 年 8 月 28 日，在日本爱知县举田町创办了丰田汽车工业株式会社，彼时的丰田喜一郎已经 43 岁，然而他对于事业的追求却丝毫没有“褪色”。经过一番艰苦经营，丰田汽车逐渐得到了市场的认可，公司的经营状况也朝着良好态势发展。

在丰田汽车公司成立之初，美国通用汽车公司早已是当时汽车行业的翘楚，然而谁都没有想到后来的丰田会超越通用成为世界第一大汽车公司。

不止于造车

随着家用汽车的不断普及，人们对汽车

刘京运 本刊编辑

105-110机器人史话.indd 32 2018/10/23 10:25:14

装配工艺的精细化程度提出了越来越高的要求，与此同时，生产订单的快速增长也使得装配效率面临新的挑战，这一切都令传统的人工装配显得“力不从心”。为了更好地满足市场需求，高效、低成本地生产出符合质量预期的车辆，丰田汽车公司在上世纪七十年代便开始着手研发工业机器人。

不久后，工业机器人便在生产线中投入使用，其主要用途在于执行焊接和喷涂作业，此外，机器人还可以为装配工人递送所需工具或元器件，极大地提高了整车装配效率和质量。当机器人在工业生产环节发挥突出作用后，丰田汽车公司又将目标瞄准了服务场景。

伙伴机器人

2005 年，丰田汽车公司提出了伙伴机器人技术理念，两年后，其在日本爱知县世博会上发布了伙伴机器人开发愿景，从此便开始了对伙伴机器人的快速研发。

丰田汽车公司已经发布的伙伴机器人主要有：Robina、Humanoid、协助步行机器人、协助护理机器人以及人类辅助机器人(HSR)。

2007 年 8 月，丰田汽车公司推出了用于接待和引导工作的机器人 Robina，该机器人拥有两条机械臂，机械臂末端装有灵活的手指，可以实现执笔写字。此外，它还拥有类似人脸的面容，可以与人类进行对话交流。在行进过程中，它可以识别道路上的障碍物，保障了安全性，未来有望在护理工作上大显身手。

2007 年 12 月，丰田汽车公司对外展示了机器人 Humanoid，它的外表酷似人类，而且能够依靠双足行走，灵巧的双手可以演奏小提琴，未来可以在医疗和护理领域发挥积极作用。

2011 年，丰田汽车公司推出了协助步行



105-110机器人史话.indd 33 2018/10/23 10:25:17

机器人，它可以帮助一条因腿疾病而导致无法行走的人，重新站立行走。使用者可将该款机器人固定在腿部，从而借助它提供的支撑和辅助进行走动。协助步行机器人结构主体主要由碳纤维塑料等材料制成，既结实耐用又轻便灵活，降低了使用者的穿戴负担。

在协助步行机器人诞生的同一年，丰田汽车公司还推出了协助护理机器人。协助护理机器人主要用于帮助病人实现位置挪动。现实生活中，一些身患重疾的患者在移动位置时需要格外注意，以免大幅动作导致身体受伤，这不仅对护理人员提出了更高要求，更让患者自身承受了较大的心理负担。护理人员可以操控协助护理机器人的机械臂来固定患者，机械臂在触及患者时力度适中，不会使患者意外受伤。在移动过程中，患者的姿态会保持不变，并且在电动助力的协助下，护理人员在移动患者时不会感到吃力。

2015 年 7 月，丰田汽车公司推出了人类辅助机器人，该款机器人拥有一个机械臂，机械臂末端装有机械手和真空吸盘，既可以捡起掉落在地面的瓶子等较大物品，也可以拾起照片等轻薄物品。此外，人类辅助机器人还实现了远程操控，用户可以在异地操控机器人，并且能够通过机器人搭载的显示器和摄像头，实现与机器人身旁的对象进行面对面交流。

更多研发仍在继续

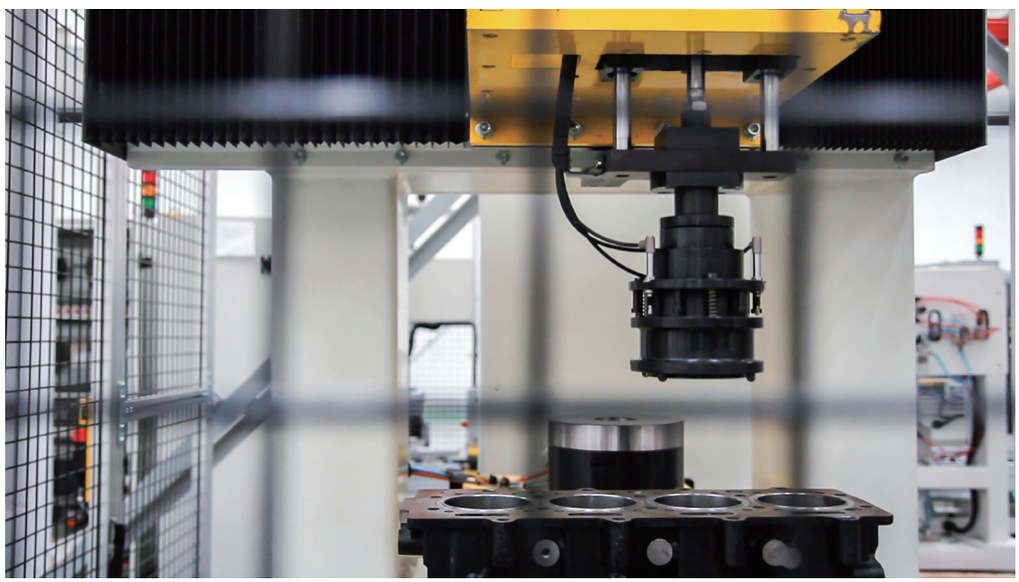
上述 5 款机器人并不是丰田汽车公司在机器人领域的全部研究成果。2017 年初，丰田汽车公司对外展示了其研发的辅助行走机器人 Welwalk WW-1000，该款机器人拥有类似跑步机的主体机身和穿戴于使用者腿部的机器腿，主要用于帮助行走困难的患者进行康复训练。患者可以通过支撑设备站立在主机体上，其穿戴的机器腿可以帮助膝盖弯曲和伸张，Welwalk WW-1000 搭载的传感器能够监测患者的行走状态，并据此调整练习模式以配合患者。借助 Welwalk WW-1000，患者有望获得更好的针对性康复训练指导，从而早日回归健康生活。

2017 年 11 月，丰田汽车公司发布了第三代人形机器人 T-HR3，它可以在保持自身平衡的同时，同步模仿人类的一举一动。T-HR3 高 1.54 米，重量约为 75 公斤，全身共有 29 处可动作部位，操作人员可坐在主操作台上，通过佩戴的数据设备对机器人下达动作指令，同时可以控制机器人四处走动。在此期间，机器人四周的环境可通过 VR 设备展现在操作人员面前。丰田方面表示，T-HR3 未来将在家庭、医院等场景投入使用，甚至有望在外太空展开探索。

2016 年 10 月，丰田汽车公司对外展示了一款小巧灵活的陪伴机器人 KIROBO mini。KIROBO mini 的大小与成年人的手掌相近，其外表类似卡通人物，全身黑白相间，胸前带有丰田 LOGO，它能够与人自然交流，并不时带有“肢体语言”。此外，KIROBO mini 可以通过摄像头获取人类表情，以此推断对方情绪，它还能够通过蓝牙与智能手机连接，以实现更多功能。

2017 年 10 月，丰田汽车公司对外发布了“TOYOTA Concept-i”系列概念车，该系列概念车拥有自动驾驶功能，并且能够借助

105-110机器人史话.indd 34 2018/10/23 10:25:17



人工智能技术识别驾驶员的情绪，以此判断其偏好，从而提供全新的驾驶乐趣，为用户带来不一样的驾乘体验。

在 2018 年 CES 展上，丰田汽车公司对外展示了其最新研发的无人驾驶概念车 e-palette，该款汽车将在 2020 年东京奥运会和残奥会上投入运营。e-palette 以电为驱动能源，共有 8 个车轮，车身采用透明化设计，整体外观极具未来感，有望在未来得到广泛普及，为民众日常出行提供服务。

一系列机器人的诞生让外界看到了丰田汽车公司的技术积累与制造实力，未来，丰田汽车公司将把自己的机器人投入实际场景中，让机器人为社会作出更大贡献。

机器人研发的背后付出

每当有机器人新品问世时，丰田汽车公司都会获得全世界的瞩目，外界对于这个机器人领域非“科班出身”的新生充满了好奇，在好奇的背后也往往伴随美名与赞誉。然而，当风光褪去之后，我们更应该看到丰田汽车公司为研发机器人所付出的努力。

2015 年 11 月，丰田汽车公司宣布成立丰田研究院（TRI，Toyota Research Institute），其总部设立在美国硅谷，另一个研发中心设立在麻省理工学院附近。丰田研究院于 2016 年 1 月正式开始运营，丰田汽车公司承诺向该研究院投入 10 亿美元资金，用于人工智能和机器人相关技术的研究。

2016 年 5 月，有消息称丰田汽车公司对“网红”机器人公司 Boston Dynamics 的收购“已进入尾声”，尽管官方没有做出明确回应，但由此可以看出，丰田对于研发机器人有着执着的信念与充分的热情。

2016 年 9 月，丰田研究院与美国非

105-110机器人史话.indd 35 2018/10/23 10:25:18

营利组织OSRF（Open Source Robotics Foundation）合作，成立了子公司OSRC（Open Source Robotics Corporation）。OSRC将对丰田研究院提供支撑，推动其在人工智能和机器人领域的研究进程。此外，丰田研究院还向OSRF提供了100万美元的资金，支持其在相关领域的活动开展，就在今年2月，丰田研究院再次向OSRF提供了资金支持，金额同样为100万美元。

2017年5月，丰田研究院与麻省理工学院媒体实验室以及另外5家公司合作，共同对区块链技术展开研究，尝试将该技术应用于无人驾驶汽车，从而为人们提供更加安全、高效、便捷的出行体验。

2017年11月，丰田研究院斥资1亿美元创建风险投资公司Toyota AI Ventures，主要面向人工智能、机器人、自动化及自动驾驶、数据和云技术等领域的初创公司提供融资支持，并提供相应的咨询和指导服务，从而结识、培养更多杰出科研人员，共同推动技术的发展与进步。

2018年6月，丰田与Aisin Seiki、Denso共同创建了新公司TRI-AD，总投资28亿美元。TRI-AD将加速丰田汽车公司在人工智能领域的研究进程，推动前沿技术落地，更充分地挖掘技术价值。

2018年8月，就在丰田汽车公司成立81周年之际，其对外宣布向美国硅谷科技公司Uber投资5亿美元，用于研究自动驾驶技术，未来还将把Uber的自动驾驶技术内置于Sienna小型货车。与此同时，丰田旗下Advics、Aisin Seiki、Denso和Jtekt四家公司发表联合声明称，将共同建立一家研发自动驾驶技术的合资公司，该公司计划于2019年3月正式成立。在短时间内面向同一领域动作频频，这在丰田汽车公司的发展进程中并不多见。

工业机器人、服务机器人、陪伴机器人、无人驾驶汽车……丰田很忙，忙着向前奔跑，在这场技术竞赛还没有分出胜负之前争取快一点，再快一点。

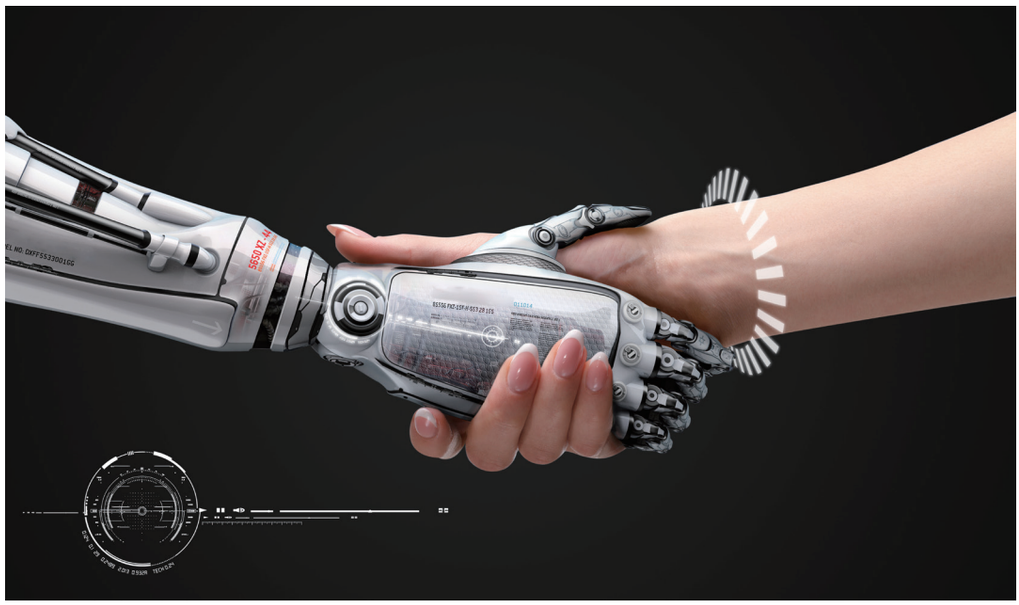
如今的丰田已过“耄耋”之年，然而它丝毫没有停下来松一口气，因为在新一轮声势浩荡的工业革命浪潮中，传统企业正逐渐感受到前所未有的压力。这是一个飞速发展的时代，身处其中的丰田正逐渐转变自己的姿态，它像一名谦卑的学者，在巩固自身优势学科的同时努力向“后辈”学习，在新时代再次书写新的辉煌。

手机扫码阅读



105-110机器人史话.indd 36 2018/10/23 10:25:20

打造人机协作的未来员工队伍



□文 / 埃森哲咨询公司

智能机器正在彻底改变我们生活的方方面面。行业领军企业已经成功运用人工智能（AI）提高了生产效率。但若想实现超常规增长，并创造新一轮就业机会，企业现在必须以更创新的方式应用 AI。

变革已来

人机融合将开启工作方式的新纪元，全面提升企业的竞争优势。要想充分利用 AI，人机必须协同打造差异化的客户体验以及全新的产品、服务和市场。这就是 AI 为我们带来的巨大发展机遇。

埃森哲预计，这一技术浪潮将在未来五年推动企业收入增长 38%，并显著提高企业的盈利能力，促进就业。为了达成这一目标，行业领军企业必须重新定义当下工作的本质。若要实现突破，企业必须重新定义员工

105-110机器人史话.indd 37 2018/10/23 10:25:23

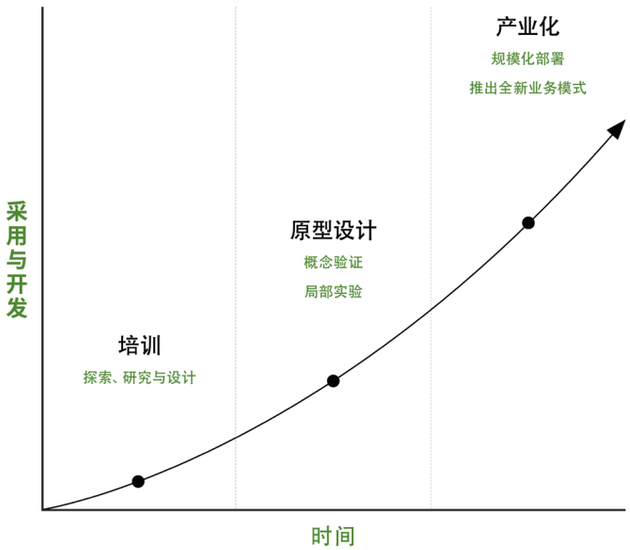


图 1：新技术的采用和开发所处的阶段

角色，调整员工团队以适应新的业务模式，并通过大规模开展新技能培训充分利用智能技术。这些将是史无先例的变革。企业需要即刻行动。

2018 年，你的企业是否已做好准备充分把握这一机遇？本文旨在深入剖析当前形势，同时围绕 AI 时代下的企业竞争力议题，为商业领袖提供思考。

前景光明

企业即将迎来 AI 塑造的勇敢新世界

新一轮变革将通过整合智能技术与人类智慧打造面向未来的员工团队，助力企业实现前所未有的收入增长和创新成果。

截至目前，机器人、大数据分析和其他技术已经被用于辅助人类工作，但主要局限于提升自动化水平。使用这些技术主要是为了提高流程效率。而现在，企业在投资能够感知、沟通、解读和学习的 AI 系统时，其目标已经发生了根本性的改变。AI 不仅能够帮助企业实现自动化，还能提升人类能力，从而释放新的价值。

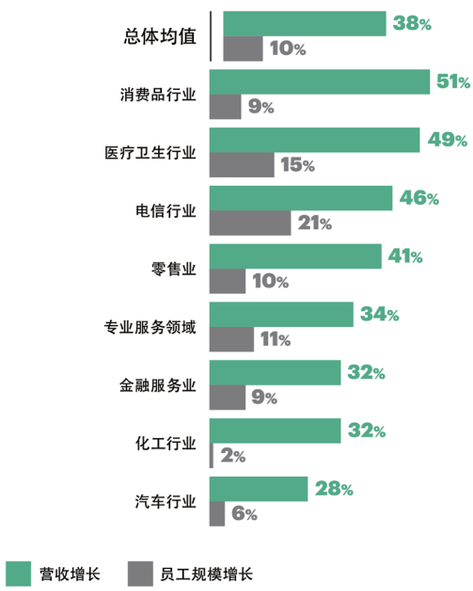
目前，仍有许多企业尚未采用人机协作的新型模式来提升效率或客户满意度。这些企业仍处于采用 AI 技术的第一阶段（共三个阶段）：培训。多数情况下，企业已经进入第二阶段：原型设计和实验性举措。只有少数企业开始迈入第三阶段：大规模应用。这些企业正在全面部署这一能力——埃森哲称之为应用智能，即在所有核心业务中充分整合技术力量和人类智慧，从而解决复杂挑战、进军新市场或挖掘新的收入来源（见图 1）。例如，线上服装零售商进入竞争激烈的市场，改变消费者的购买方式；老牌运动鞋制造商开始改变传统的制造和销售方式；生物制药企业也通过快速追踪药物研发初始阶段，审核可能的治疗方法，从而减少埃博拉病毒感染并降低多发性硬化症的发病率。

然而，AI 变革的发展前景并不局限于上述短期成果。结合历史事件，我们会发现，福特（Ford）推出的 T 型车并不仅以制造业工人取代了过去的马车行业雇员，而是同时引领世界步入个人出行时代，成功开辟新行业和新市场，为 20 世纪的经济增长奠定了坚实基础。同样地，AI 也将为各行各业带来巨大影响，但数字变革的速度之快前所未有。根据高德纳（Gartner）的报告，深度学习和机器学习这两项关键的新兴 AI 技术将在未来两到五年内得到广泛采用。要想借助技术进步推动企业发展，企业必须立即采取行动。

111-122管理经纬人机协作.indd 44 2018/10/23 10:24:41

2018 年至 2022 年，AI 投资将提高行业收入并促进就业

埃森哲估计，如果所有企业能够像领军企业一样积极投资 AI 和人机协作，则有望在 2018 年至 2022 年间将企业收入提高 38%（在消费品和医疗卫生行业高达 50%）；整体而言，这意味着全球企业届时将新增总利润 4.8 万亿美元；而对于标普 500 指数公司而言，企业平均业务收入可达到 75 亿美元，盈利可提升 8.8 亿美元。同时员工规模有望增长 10%（见图 2）。



资料来源：埃森哲2017年未来员工团队调研

图 2：AI 投资将提高行业收入

AI 提供的专业洞察可协助人类作出明智判断

全新人机协作关系的力量正日益凸显。例如，哈佛大学的病理学家团队最近开发了一项基于 AI 的医疗技术，可显著提高识别乳腺癌细胞的准确度。

尽管病理学家以 96% 的识别准确率击败了机器识别（92%）。但是当人和 AI 相结合时，其结果着实令人惊喜。通过人机结合，该团队成功识别出了 99.5% 的癌症活检标本。每年全球有近170万新发乳腺癌病例接受诊断，这意味着，如果采用人机结合的方式，有机会获得准确诊断的女性数量将比单纯依靠人工或机器检测增加 6.8 万到 13 万。

要想成功提高诊断准确率，医护人员需要与 AI 技术持续开展互动，不断训练 AI 准确识别相应的癌细胞，从而提高识别准确率。随着智能化水平的不断提升，这些系统将主动为医生提供相关洞见，从而帮助医生作出更加明智的判断，并提供更有针对性的治疗方案。

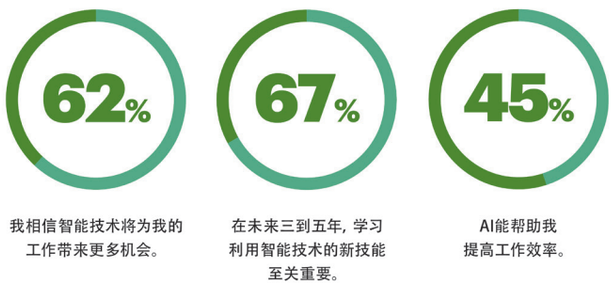
全球调研

企业领导者和员工是否已经准备好大规模部署复杂的人机协作模式？

为了寻找这一问题的答案，埃森哲研究部采访了 1200 多位在工作中使用 AI 技术的首席执行官和高级管理人员。我们还调查了跨越四代人且技能水平各异的 14000 多名员工。本次调研涵盖了 11 个经济体的 12 个不同行业，对在日常工作中应用 AI 技术的相关人员进行了采访。

研究发现，近四分之三（74%）的受访高管表示，他们计划在未来三年利用 AI 技术大幅或极大幅提升工作的自动化水平。但几乎所有人（97%）都表示他们计划利用 AI 技术提升员工能力。为了从 AI 的原型设计阶段

111-122管理经纬人机协作.indd 45 2018/10/23 10:24:43



▣ 图 3：员工迫切希望拥抱 AI 技术

成功过渡到产业化阶段，他们设想通过员工与智能机器密切协作以创造新的价值来源。AI 领域投资增长势头强劲。根据 IDC 预测，2017 年全球认知和 AI 系统支出预计比 2016 年增长 59.1%，达到 120 亿美元，并有望在 2021 年达到 576 亿美元。

从这些数据来看，人机协作的发展前景一片光明。但与此同时，企业领导者推进员工队伍转型在实施层面仍面临难题：尽管近半数企业领导者认为技能短缺是一项关键挑战，但只有 3% 的人表示，其所在企业计划在未来三年内显著增加员工培训项目的投入。而投入不足将从根本上削弱企业大规模部署 AI 的能力。

转型拦路虎

雇主往往会低估员工学习相关技能的意愿。平均而言，他们认为只有约四分之一（26%）的员工已经准备好接受 AI。近四分之一的雇主认为员工本身对 AI 技术的抵制是一个关键障碍。然而，我们的研究显示，68% 的高技术人才和近一半（48%）的技术能力较弱的员工对 AI 可能对其工作带来的影响持积极态度。

总的来说，67% 的员工认为强化自身技能对于人机合作非常重要。千禧一代对这一观点表示强烈认同（75%），56% 的婴儿潮一代亦是如此。员工们迫切希望拥抱 AI 技术（见图 3）。

我们忽略了哪些细节?

员工同时也具备消费者的身份，他们已经开始使用 Alexa 语音助手进行购物并要求 Siri 推荐餐厅。

毫无疑问，在生活中，他们对 AI 提供的个性化服务满怀期待。那么在工作中，他们期待智能机器不断为其提供信息，主动挖掘新洞察，以帮助他们改善客户的生活也是顺理成章的。企业领导层必须抓住这个机会：员工不仅需要新的技能，他们还迫切希望在能够颠覆市场并提升员工工作体验的智能化企业中实现长足发展。

那么企业领导者应如何助力员工通过人机协作创造新价值？我们根据调研结果为您提供以下三大关键行动建议：

重新设计工作

根据具体任务而非工作岗位，将合适的任务分配给员工。

关于 AI 对工作影响的预测各不相同。2018 年 1 月，世界经济论坛与埃森哲合作发

111-122管理经纬人机协作.indd 46 2018/10/23 10:24:45

布了分析报告，报告显示，AI 导致的失业人数比许多研究的预测数量要少。该研究预计，在五个生产行业中有 16% 的工作岗位可能被 AI 取代，但与此同时，AI 技术浪潮也会带来更多就业机会。因此，即使自动化进程不断推进，价值链某些环节以及某些地区的劳动力需求仍会上升。

但如果只关注工作机会的增加与减少，我们就忽略了一个关键问题：AI 最重要的影响不是改变工作岗位的数量，而是工作内容。近一半（46%）参与调查的高管表示，随着机器承担起更多常规性任务，员工开始转向基于项目的工作，因此传统的职位描述已经过时。29% 的企业高管表示他们已经重新设计了许多工作。

例如日本零售控股公司迅销集团（Fast Retailing），该公司为其店员部署了基于 AI 技术的设备。该技术能够提供有关库存、订单和退货的实时数据，让客服人员能够在掌握更多信息的情况下与客户开展对话。该公司上一财年的销售额创历史新高，利润增长接近 39%。基于这一部署的成功，该公司计划利用 AI 技术加速产品上市，以此助力实现 2021 年企业营收增长约七成的战略目标。

鉴于此，61% 的受访高管表示，未来三年内要求人机协作的岗位比例势必上升，这一点并不令人意外。图 4 介绍了 AI 将如何改变我们的工作岗位并为员工提供支持。例如，摩根士丹利（Morgan Stanley）通过引进 AI 代理为 1.6 万名财务顾问的工作提供了强有力的支持。通过了解他们的客户，智能顾问能够与员工持续开展互动，根据客户不断变化的财务状况主动推荐一系列选项。如此一来，财务顾问就能在恰当的时间与客户联系，并提供更具相关性的建议。

从以上示例中，我们可以看出，不仅是 AI 在拓展人类能力，反过来，人类也在不断优化智能技术的性能。也许正是出于这个原因，有 63% 参与调查的企业高管预计 AI 会在未来三年内为企业创造更多工作岗位。

在之前的研究中，埃森哲深入探索了一些新角色的本质并揭示了三类基于 AI 的新工作，即“培训师”、“讲解员”和“维护者”。举个例子，培训师能够帮助电脑学习如何识别人脸。讲解员负责阐述算法的成果，从而提高决策的透明度并明确问责，有助于增强客户和员工双方对基于 AI 技术的工作流程的信心。维护者将确保智能系统“初心不变”，



资料来源：埃森哲2017年未来员工人类学调研

图 4：工作性质的改变以及员工能力的提升

111-122管理经纬人机协作.indd 47 2018/10/23 10:24:47



图 5：重新配置工作时，企业需要采取三个步骤

避免其违反道德标准或加深偏见。

虽然有超过半数的雇主认为开展人机协作对实现企业目标至关重要，但采用系统化的方法挖掘其巨大价值的企业却少之又少。因此，在让员工掌握必要的技能之前，必须将焦点从岗位角色转移到工作的本质。重新配置工作时，企业需要采取三个步骤（见图 5）：

1）评估任务和技能，而不是岗位

首先，公司需要明确有待开展的新任务。评估目前拥有的技术和团队资源，然后将这些任务分配给员工或机器。

美国制造商 Dynamic Group 的注模生产业务曾面临技术短缺。该公司通过采用可与员工协同工作的轻型机器人，对工作任务进行了重新分配。这项投资使流程效率翻了两番，并减少了错误造成的浪费，同时让现有员工摆脱了重复性的繁重工作。

为机器和机器人分配任务的流程需要通过持续不断的观察逐渐完善。一些公司发现，他们需要不时调整最初分配给机器的任务。毕竟许多 AI 系统无法完全自主运行，仍需人类提供相当多的输入和校准。在中国，我们在采访某汽车制造商的技术人员时发现，该公司采用了能够分析海量客户数据的系统，以期设计出客户期望的各项汽车功能，但实操中，系统提出的配置建议几乎无法实现。该公司不得不重新调整角色安排，让员工对 AI 进行培训，从而获取更多切实可行的建议。

如果能够充分利用衍生式 AI 软件，例如欧特克（Autodesk）所开发的系列，设计师的角色将发生显著变化。这些软件能够模仿自然界的演进方法，从而推动过去难以实现的各项创新。AI 能够根据复杂的计算提供设计方案，人类员工在此基础之上不断校准调整审美、工程和物料等参数，通过数百万个概念创意推动软件开发。空客（Airbus）已将这一高度协作的流程用于设计符合严格强度和质量标准的飞机部件。例如，相比之前的设计方案，该公司生产的客舱隔离壁的重量减轻了 45%，每个隔离壁每年节省的燃油预计高达 3180 千克，是美国汽车平均年燃油消耗量的两倍多。

2）创建新的角色

在智能化浪潮的大背景下，AI 可赋能人

111-122管理经纬人机协作.indd 48 2018/10/23 10:24:48

类承担更高价值的工作，因此，企业需要创建新的角色。

如图 6 所示，操作型角色将具备更强的洞察力和战略意识，而单一技能角色将逐渐转向多技能角色。例如，某日本投资公司的交易员介绍了企业对员工要求的变化。

“我们希望招聘熟悉 AI，甚至能够提高 AI 的智能化水平的员工。候选人应当具备一定的交易员工作经验，且擅长计算机；他们不仅需要了解深度学习的效用，还应当明白，数据唯有结合交易知识方能发挥最大价值。”

这里介绍的工作要求变化与上文的“培训师”和“维护者”角色相契合。

随着海量精确数据分析为员工提供更多新锐洞察，工作将变得愈发专业化。例如，消费品牌将越来越依赖 AI 聊天机器人开拓大众市场。同时需要“人性化”培训师训练机器人在不同情境下具有恰当的语气、幽默感和同情心。不同于超市 AI 代理分析消费者情绪和心态，医疗卫生行业的 AI 代理需要采取完全不同的方式照顾患者的敏感情绪。微软（Microsoft）人工智能助理小娜（Cortana）的开发团队就包括了诗人、小说家和剧作家，从而成功打造出其卓越的人性化特质。

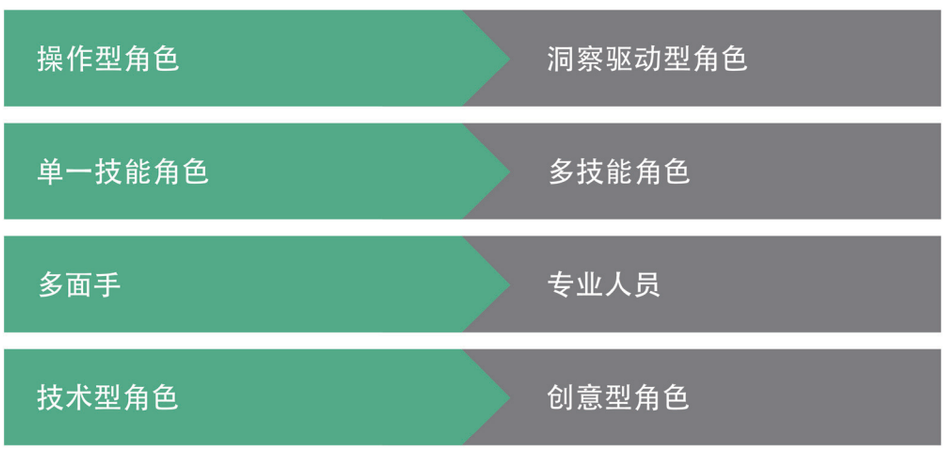
重新配置后的工作岗位将更具有战略意义。重新配置工作的关键优势之一：员工能够肩负起更高价值的工作，提高战略意识以及对工作的满意度。

3）将技能与新角色进行匹配

公司应当完整梳理出其所面临的新任务、新技能缺口和重新定义的角色，并将这些需求和当前员工队伍的技能进行匹配。

如果在技能方面存在差距，企业必须判断是否能够通过快速培训现有员工或雇佣新员工的方式弥合差距。我们调研发现，一些企业通过雇请短期合同工填补技能差距，另一些则着力培养当前员工以满足新需求。某印度电信公司深入分析了融入智能技术之后的工作流程变化，以便重新定义各个角色。

“然后，我们重新设计了某些工作岗位，



资料来源：埃森哲2017年未来员工人类学调研

■ 图 6：企业需要创建新的角色

111-122管理经纬人机协作.indd 49 2018/10/23 10:24:50

例如客户支持和后勤支持，并为员工提供了培训，以便高效运用这些技术。”该公司首席数字官补充道。

新型智能化平台往往会改变企业内的角色分配。例如，Predix 平台能够检测和预测资产中存在的问题和缺陷，如飞机发动机。该公司的这项技术通过评估机群性能数据来检测飞机性能以及对其产生影响的因素，从而使维护人员能够专注修复故障，避免繁复的例行检查；同时为工程师提供相关数据，预先解决问题，并最终制定出更具创意的解决方案。该公司估计，通过提高发动机效率，每年可以为喷气机客户节省价值 700 万美元的燃油。

推动员工队伍转型，创造新价值

如今， AI 和人机协作正对企业的经营方式产生重大影响。

不过，这些新技术从未改变企业的经营目标。正如亨利·福特（Henry Ford）未能预见汽车对旅游业、零售消费、劳动力流动和城市化的推动作用，我们也无法得知领导 AI 变革将为我们带来哪些机遇。

然而，可以清晰预见的是，随着人和智能机器开始以全新方式开展合作，企业领导者不得不持续调整员工队伍。在某些行业，距离上一次重大变革还不到十年。与此同时，企业领导者必须立即行动抓住人机协作带来的诸多机遇，拥抱全新的发展契机，驾驭市场变革。

企业高管也已认识到人机协作在打造全新客户体验和创新商业模式方面的巨大潜力。72% 的受访企业高管认为，采用智能技术对于企业在市场竞争中脱颖而出至关重要。42% 的企业认为，未来三年企业部署的所有创新成果都离不开智能技术。“这表明企业认为自己正处于从原型设计阶段转向更大规模应用阶段的过程中，如图 1 所示。

企业高管们应当立即采取行动，推动员工队伍转型，同时避免被短期市场优势蒙蔽双眼。企业应培育具有睿智思维、敏锐洞察和敏捷行动力的领导团队，帮助企业把握长期转型机遇。这就要求企业员工团队能够不断适应新的客户市场，企业各项流程能够据此进行灵活调整，领导层能够为新型企业文化提供大力支持。下列四个步骤能够助力企业顺利完成第一步关键转型。

1）根据新型业务模式推动员工队伍转型

使员工的工作目标与企业的独特价值主张保持一致。

例如来自服装零售业的 Stitch Fix，该公司通过采用人机协作的创新模式从众多竞争对手中脱颖而出。它雇佣个人造型师代替销售人员。个人造型师借助算法分析客户的偏好，并通过 Pinterest 上的每个相关帖子或退货项目了解更多信息。造型师可以利用这些信息来不断优化他们为顾客推荐的个性化产品建议。

德国运动服饰品牌阿迪达斯（Adidas）的 SPEEDFACTORY 则是另一个例证：SPEEDFACTORY 是一个极具前瞻性的小规模项目，旨在根据特定市场的实际情况制造商品，从而满足消费者对个性化产品的需求。借助 SPEEDFACTORY，制造商可以在短短几天内完成定制鞋从设计到生产的全套流程。该项目不仅缩短了产品上市时间，而且实现

111-122管理经纬人机协作.indd 50 2018/10/23 10:24:50

了整个价值主张的转型，通过差异化产品满足日益挑剔的消费者。更重要的是，该项目还需要组建由裁缝、工艺工程师和其他使用智能技术的员工所组成的高度专业化员工团队。关键在于一系列互相重叠的生产步骤中，人机通力合作。例如，需要人工确定由计算机和员工共同设计的鞋款的最终模型。只有通过人机合作才能打造具备一定适配性的定制化产品。

2）识别商业案例

不要简单地将收益归为利润。应当将节约的成本投资于未来的员工队伍，从而推动新业务模式发展。

埃森哲将其通过 AI 投资节省出来的 60% 的资金投入到了培训项目中。在过去两年内，埃森哲已经为成千上万名被自动化取代的员工进行了再培训。现在，这些员工已经肩负起更高价值的工作，在某些情况下甚至还将使用 AI 和其他技术为客户提供更出色的服务。

例如，在订单处理和应付账款催收领域。某家来自高科技领域的埃森哲客户企业，便已组建了人力与 AI 技术相结合的员工团队，利用算法预测哪些订单有问题，比如存在取消或支付纠纷的风险。这样，员工可以花更多时间关注高风险情况，主动降低负面影响。

这就要求企业对员工进行培训，确保其拥有一系列专业知识和能力，包括行业知识、分析和数据理解能力，以及以全新方式与客户开展合作所需的软技能。但是，这项对应用智能的投资物有所值，有望推动现金流增长 5000 万美元以上，并提升营运资本，在投资的第一年内实现超过 1000 万美元的盈利。

3）调整组织结构，提高敏捷性

随着员工需要承担的重复性任务减少且开始参与一系列项目团队，企业必须给予他们更多的自主权和决策权。

企业需要培育开放的文化来鼓励尝试。这种开放的企业文化必须允许更多员工参与有可能改变他们工作环境和工作内容的决策。正如一家印度电信公司的首席数字官告诉我们的，“作为一家人本企业，我们不仅会根据市场调研的结果采取行动，还在内部集思广益，让员工有机会充分利用自身创造力推动企业创新。”

企业还必须重新设计流程和组织结构，实现项目团队的灵活组建和拆分，从而使员工摆脱传统的职能限制。

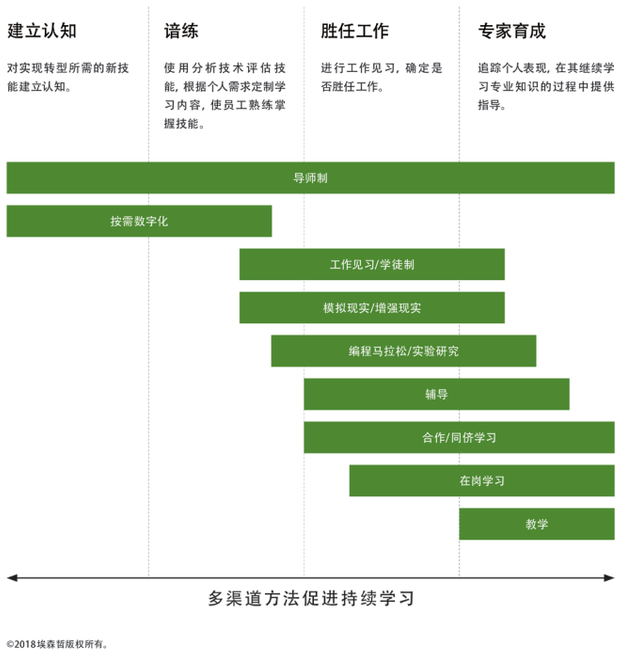
“拥有新技能的员工有机会与日益智能化的机器和软件合作，加快从生产线向更加灵活的团队和技术‘组合’的转变，从而提高创造力和创新水平。”埃森哲高管保罗·多尔蒂（Paul Daugherty）和吉姆·威尔逊（Jim Wilson）在《人机协作：重新定义 AI 时代的工作》中如是写道。

4）培育新的领导力 DNA

敏捷的员工队伍能够充分利用智能技术和人类智慧的优势，使员工对当前领导者的期望水涨船高。

随着层级的弱化以及跨职能团队的组建和拆分，领导者将与员工成为共创者和合作者。而且，虽然 AI 能让员工肩负起更高价值的工作，同时也会要求员工在一线工作中制定决策。想象一下，车间工作人员使用的平板电脑能够提供实时数据、洞察和培训，便于其在现场做出决策。最终，领导力不再为

111-122管理经纬人机协作.indd 51 2018/10/23 10:24:50



▣ 图 7：学习框架：埃森哲的新技能培训

某个层级所特有，我们需要在各个层级培育领导者。

优秀的领导者也认识到，随着数字化水平的提高，人际关系显得越发重要。苹果零售业务高级副总裁安吉拉·阿伦兹（Angela Ahrendts）指出："社会技术越是先进，我们就越需要回归人际沟通的本源。"在日益数字化的工作环境中，企业对共鸣、创造力、倾听和包容等人性特质的需求前所未有地强烈。领导者的一举一动应当充分体现上述优秀品质，率先垂范企业文化。

回归企业关键转型，最终还是需要充分发挥智能技术潜力，领导力意味着勇气和创新，应当身先士卒、勇往直前探索未知领域。优秀的领导者应当抓住机遇，从现有的核心业务转向新业务，并将其转化为业务成果。

大规模开展新技能培训，与智能机器携手共进

为了填补智能企业中的新岗位和重新配置的岗位空缺，公司需要新的培训方法。必须快速灵活地开展针对具体岗位的大规模新技能培训计划，努力实现人机协作价值的最大化。

在不到两年的时间内，埃森哲努力将超过 16 万名员工培养成熟练掌握新 IT 技能的人才，其中超过 10 万名能够直接上岗。为此，埃森哲开发了"新技能"培训框架来实现这项计划，推动员工技能从"了解"到"精通"，并利用以神经科学研究为基础的创新学习方法（见图 7）。

根据我们的调查，尽管近半数企业领导者认为技能短缺是一项关键挑战，但只有 3% 的人表示，其所在企业计划在未来三年内显著增加员工培训项目的投入。公司可以凭借更少的投入创造更多效益，但前提是他们愿意推动培训方法创新。自埃森哲开始积极扩展其数字化学习渠道以来，已经将员工培训时间提高了 40%，同时成功将培训的时间成本降低 25% 以上。

如何大规模开展新技能培训，三大步骤，扩大技能培训项目的覆盖范围。

1）对有待培养的技能进行优先级排序

技能培训项目的选取主要取决于所使用的 AI 类型，以及企业的规模、所处行业和现有技能水平。

与创造性相关的技能至关重要。在我们的调查中，企业高管将下列五项评为未来三年间最重要的技能：第一是资源管理能力；

111-122管理经纬人机协作.indd 52 2018/10/23 10:24:52

第二是领导力、沟通能力、解决复杂问题的能力；第三是判断 / 决策能力。

与 AI 合作需要若干项最为关键的人类技能，其中之一是判断能力——当机器无法进行决策时进行干预，并制定 / 纠正决策。除此，能够借力系统获取最全面洞察的能力也尤为重要。这就要求员工了解系统如何对信息进行分类并理解算法的参数。对智能机器进行培训是人机协作的根本，无论是通过为机器提供高质量数据输入的显性流程，还是借助人机合作让机器进行学习的隐性流程。

要想取得持续的成功，关键在于“培育”负责任的 AI，确保数据和系统能够获得公平、透明和负责的管理。这就要求培训计划涵盖各类内容，从监管要求到人和机器的道德行为，再到之后的业务活动。

2）因势利导，对不同层次的意愿和技能水平负责

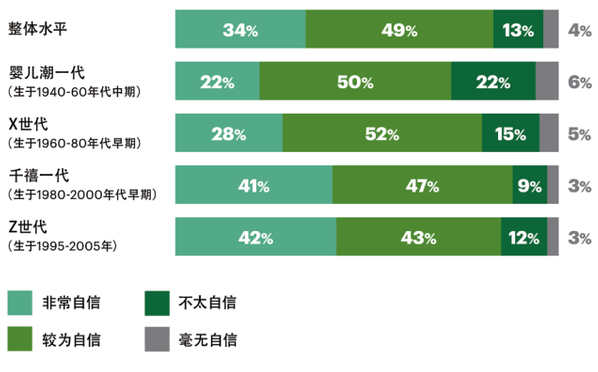
针对不同层次的意愿和技能水平进行培训。

定制适合各种员工“起点”的计划可谓至关重要。所提供的培训必须充分照顾到员工意愿和技能水平的差异。我们的研究表明，虽然信心水平因年龄而异（见图 8），但员工普遍愿意学习新技能。

我们请员工评估了自己的技能和意愿水平（见图 9）。在学习新能力方面，54% 的人认为自己“技能水平高 / 意愿强”。

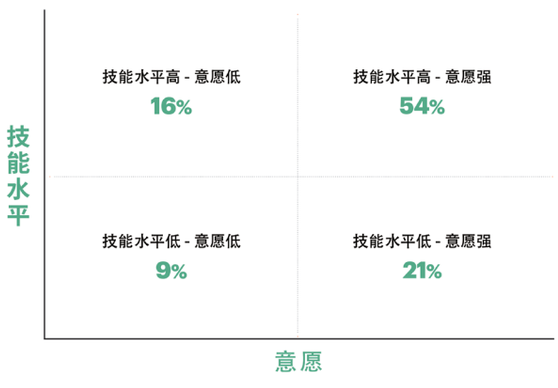
大多数员工属于技能水平高 / 意愿强这一类，并对 AI 抱有积极的态度。一半人对其 AI 技能充满信心。公司需要为其员工团队的技能水平和意愿分级，并据此定制新技能培训项目。

虽然这一数字可能过于乐观，但此方法表明，企业需要衡量不同员工的意愿水平，并针对年龄和技能水平各异的员工实施培训计划。总的来说，研究表明，62% 的受访雇员认为 AI 会对其工作产生积极的影响。当被问及哪些因素会激励他们培养新技能时，几乎一半（49%）的婴儿潮一代希望在工作时间接受培训，但这一比例在 Z 世代受访者中降低到 36%。尽管 X 世代、 Z 世代和千禧一代中至少有 46% 的人希望学习新技能来推动职



资料来源：埃森哲研究部2017年未来员工团队调研

图 8：你对自己的技能以及与智能技术合作的能力是否自信？



资料来源：埃森哲研究部2017年未来员工团队调研

图 9：员工自我评估

111-122管理经纬人机协作.indd 53 2018/10/23 10:24:55

业发展，但只有 35% 的婴儿潮一代抱有同样的想法。

3) 借助数字化手段提供全新学习体验

虚拟现实和增强现实等数字学习方法可以提供逼真的情景模拟，帮助工作人员掌握新型人工作业任务，从而与智能机器开展密切合作。

这些技术还可以加强车间里的流程秩序：监测员工如何执行任务，并指导他们以最佳方式完成任务。蒂森克虏伯（Thyssenkrupp）正在利用 AI 技术解决技能缺失问题。这家工业服务巨头为电梯技术人员配备了增强现实耳机（微软 HoloLens），以方便其向行业专家咨询相关问题。

人 +AI：合作共赢

AI 正以前所未有的速度和规模重新定义价值创造的本质。它正在重塑核心业务流程，并有望改变客户体验，打造全新的业务模式。

未来的企业将利用 AI 技术实现持续发展，为客户和更广泛的社区创造更卓越的绩效成果。然而，目前大多数企业对智能技术的应用仍然停留在提高效率的层面。这一观念需要即刻扭转。企业必须帮助员工学习如何与智能机器开展密切合作。换言之，人类唯有善用 AI，方可借此造福人类自身。考虑到组织结构和流程的颠覆性变化，上述战略能够助力企业将应用智能变成现实。

员工们迫切希望与 AI 合作，并渴望学习相关技能。他们坚信， AI 将显著改善客户生活。但是，许多企业领导者没有注意到员工的学习热情，没有为新技能培训提供必要资源。

如今，企业领导者需要重新定义员工与 AI 合作开展的工作，并自问这样一个也许有些尖锐的问题：企业是否在激烈的竞争中做好了准备？

从“工作岗位”规划到“工作内容”规划

我们是否明确了解，从 2018 年开始，智能机器会如何重新配置企业中的工作？在我们的核心活动中，哪些将实现自动化，哪些会利用人机协作为员工提供助力，哪些仍会由员工全权负责？这对我们的运营模式有哪些影响？从现在开始重新定义工作本质会带来巨大的变化，我们是否已准备好迎接这些变化？

为未来员工提供新技能培训

我们是否明确了解与智能机器合作所需的知识、技能和理念，以便创造真正的价值？同基准相比，我们现有员工队伍的差距在哪里？新技能培训是否已被纳入我们的领导力培养、企业内训和招聘计划中？

找准定位，充分拥抱 AI 价值

作为企业的领导团队，我们是否明确了解 AI 技术不仅会颠覆现有业务模式的效率和生产力增长，同时还将开创全新的市场、产品、服务和客户体验？这会为企业内部带来哪些新岗位？我们是否有序准备？在人机协作重塑多个行业竞争格局的同时，我们的企业能否利用这一机遇提升收入和利润？

在智能机器时代，这些决定性问题的答案将会彻底区分市场赢家和输家。这一时代并非三五年之遥，而是此时此刻正在发生。

手机扫码阅读

111-122管理经纬人机协作.indd 54 2018/10/23 10:24:56

GRG Banking® 广电运通

以创新的科技
便利人类生活
We Move Faster

GRGAi+

聚焦人工智能
拥抱智慧生活

广电运通面向全球客户提供运营服务、大数据解决方案及行业智能终端设备与综合解决方案，科技赋能传统产业升级，让城市生活更智慧、安全、便捷。





● 智能金融
助力无人银行建立



● 智能交通
实现“刷脸”登机



● 智能安全
构建平安城市综合解决方案



●智能便民
打造“智能便民生态系统”

股票代码 STOCK CODE 002152

广电运通金融电子股份有限公司
GRGBanking Equipment Co., Ltd.

Ⓐ 广州市高新技术产业开发区科学城科林路9、11号
P.C.510663
Ⓣ (020)6287 9019
Ⓦ www.GRGBanking.com

111-122管理经纬人机协作.indd 55 2018/10/23 10:24:57