

# 智能机器人的现状及发展

任福继<sup>1,2</sup>, 孙晓<sup>1</sup>

1. 合肥工业大学情感计算与先进智能机器人安徽省重点实验室, 合肥 230009

2. 日本德岛大学, 德岛 770800

随着科学技术的进步和社会的发展, 人们希望更多地从繁琐的日常事务中解脱出来, 因此促进了智能机器人市场发展。另外, 智能机器人产业作为衡量一个国家科技创新和高端制造业水平的重要标志, 其发展越来越受到世界各国的高度关注。本文介绍国内外智能机器人的发展现状及发展水平, 论述智能机器人相关技术及机器人的分类、智能机器人在各行各业的应用, 探讨智能机器人的发展趋势及展望。

21 世纪以来, 国内外对机器人技术的发展越来越重视。机器人技术被认为是未来新兴产业发展具有重要意义的高技术之一。英国皇家工程院 2009 年在《自主系统》科学报告中预测, 2019 年将迎来机器人革命, 习近平总书记 2014 年在中国科学院第十七次院士大会、中国工程院第十二次院士大会上的讲话中强调, 机器人的研发、制造与应用是衡量一个国家科技创新和高端制造业水平的重要标志, 不仅要提高中国机器人水平, 还要尽可能多地占领市场。“机器人革命”有望成为“第三次工业革命”的一个切入点和重要增长点, 将影响全球制造业格局, 并且中国将成为全球最大的机器人市场。

机器人广义上包括一切模拟人类行为或思想以及模拟其他生物的机械(如机器狗, 机器猫等)。狭义上对机器人的定义还有很多分类法及争议<sup>[1]</sup>, 有些电脑程序甚至也被称为机器人(例如爬虫机器人)。联合国标准化组织采纳了美国机器人协会给机器人下的定义: “一种可编程和多功能的操作机; 或是为了执行不同的任务而具有可用电脑改变和可编程动作的专门系统。一般由执行机构、驱动装置、检测装置和控制系统和复杂机械等组成。”机器人是

综合了机械、电子、计算机、传感器、控制技术、人工智能、仿生学等多种学科的复杂智能机械。目前, 智能机器人已成为世界各国的研究热点之一, 成为衡量一国工业化水平的重要标志。机器人是自动执行工作的机器装置, 因此, 它既可以接受人类指挥, 又可以运行预先编排的程序, 也可以根据以人工智能技术制定的原则纲领行动。在当代工业中, 机器人指能自动执行任务的人造机器装置, 用以取代或协助人类工作, 一般会是机电装置, 由计算机程序或电子电路控制。机器人的范围很广, 可以是自主或是半自主的, 从本田技研工业的 ASIMO 或是 TOSY 的 TOPIO 等拟人机器人到工业机器人, 也包括多台一起动作的群机器人, 甚至是纳米机器人。借由模仿逼真的外观及自动化的动作, 理想中的高仿真机器人是高级整合控制论、机械电子、计算机与人工智能、材料学和仿生学的产物。机器人可以作一些重复性高或是危险, 人类不愿意从事的工作<sup>[2]</sup>, 也可以做一些因为尺寸限制, 人类无法作的工作, 甚至是像外太空或是深海中, 不适人类生存的环境。机器人在越来越多方面可以取代人类, 或是在外貌、行为或认知, 甚至情感上取代人类。机器人技术最早应用于工

业领域, 但随着机器人技术的发展和各行业需求的提升, 在计算机技术、网络技术、MEMS 技术等新技术发展的推动下, 近年来, 机器人技术正从传统的工业制造领域向医疗服务、教育娱乐、勘探勘测、生物工程、救灾救援等领域迅速扩展, 适应不同领域需求的机器人系统被深入研究和开发。过去几十年, 机器人技术的研究与应用, 大大推动了人类的工业化和现代化进程, 并逐步形成了机器人的产业链, 使机器人的应用范围也日趋广泛。

## 1 国内外发展现状

作为衡量一个国家科技创新和高端制造业水平的重要标志, 机器人产业发展越来越受到世界各国的高度关注, 主要经济体纷纷将发展机器人产业上升为国家战略, 并以此作为保持和重获制造业竞争优势的重要手段。国外的机器人研究起步较早, 发展较为成熟。其中以美国、日本和欧洲为代表, 它们根据各自生产力发展的需要, 研制了各种各样的机器人。根据国际机器人联合会(IFR)的统计报告<sup>[1]</sup>, 在 2014 年, 工业机器人的销售额增长了 29%, 至 229261 辆, 是有史以来的最高记录的 1 年(图 1), 相比 2013 年, 所有的工业机

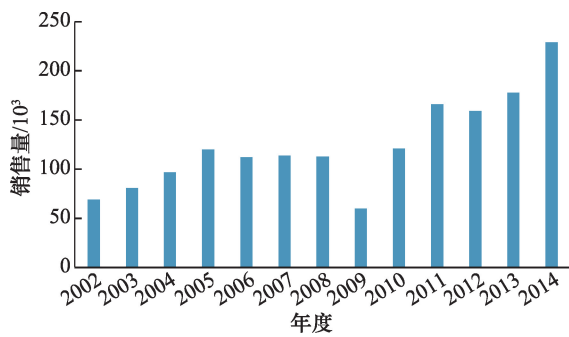


图1 工业机器人历年销售数据 (IFR)  
Fig. 1 Annual supply of industrial robots (IFR)

机器人公司均实现了增长。其中,在中国销售约3.7万台,销售量全球排名第一,同比增长60%。服务机器人2014年的销售数量增长了11.5%(图2,图3)<sup>[2]</sup>,销售额增长3%至3.77亿美元。据预测,各种类型的服务机器人在2015—2018年期间可能达到2590万台,估计价值12.2亿美元(图4)。Allied市场研

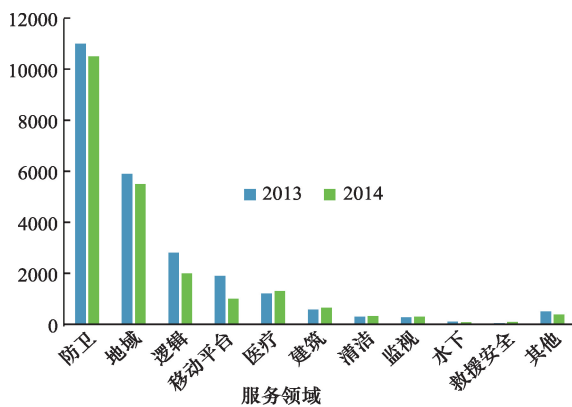


图2 服务机器人数据对比 (IFR)  
Fig. 2 Comparison of service robots (IFR)

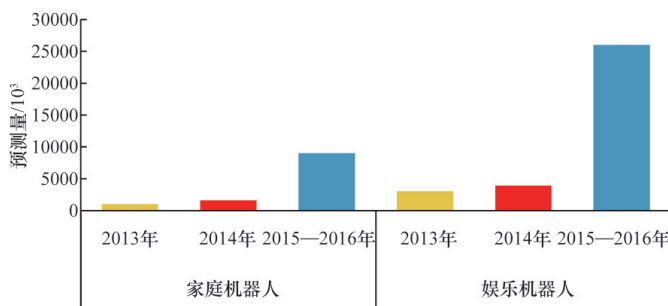


图3 服务机器人预测 (IFR)  
Fig. 3 Prediction of service robots (IFR)

究公司最新报告,全球工业机器人市场从2014—2020年期间将以5.4%的复合年增长率发展,到2020年其销售额将达到411.7亿美元。麦肯锡全球研究所在2013年发布的《12项引领全球经济变革的颠覆性技术》报告中,将先进机器人列入物联网、云技术、下一代基因技术、3D打印、新材料、可再生

能源等12项颠覆性技术中的第5项。预计到2025年,机器人每年将为全球带来1.7万亿~4.5万亿美元的经济规模。

美国在2013年发布的机器人发展路线报告,副标题即为“From Internet to Robotics”,将智能机器人与20世纪互联网定位于同等重要地位。机器人将影响人类生活和社会发展的各方面,并被列为美国实现制造业变革、促进经济发展的核心技术。美国在2010年推行的“先进制造业伙伴计划”中,明确提出要通过发展工业机器人重振制造业,凭借信息

网络技术的优势,开发新一代智能机器人。欧盟启动了全球最大民用机器人研发计划——“SPARC”,计划到2020年投入28亿欧元,创造24万个就业岗位。该计划将有200多家公司、1.2万研发人员参与,机器人在制造业、农业、健康、交通、安全和家庭等领域的应用都将被纳入该计划。德国为保持其制造业领先地位提出的“工业4.0计划”,也将智能机器人和智能制造技术作为迎接新工业革命的切入点。日本也制定了机器人技术长期发展战略,将机器人产业作为“新产业发展战略”中7大重点扶持的产业之一。日本政府计划将机器人作为经济增长战略的重要支柱,希望通过发掘机器人的潜能实现日本经济的增长。韩国制定了“智能机器人基本计划”,并于2012年10月发布了“机器人未来战略展望2022”,将政策焦点放在了扩大韩国机器人产业并支持国内机器人企业进军海外市场等方面。

中国机器人的研究制造始于20世纪70年代,以工业机器人的研究与制造为主,虽然中国机器人技术的研发起步较晚,但发展较为迅速。发展大体可以分为3个阶段。从20世纪80年代开始起步,以工业机器人的研究与制造为主,在国家攻关和863等计划支持下,20世纪90年代初期起,具有自主知识

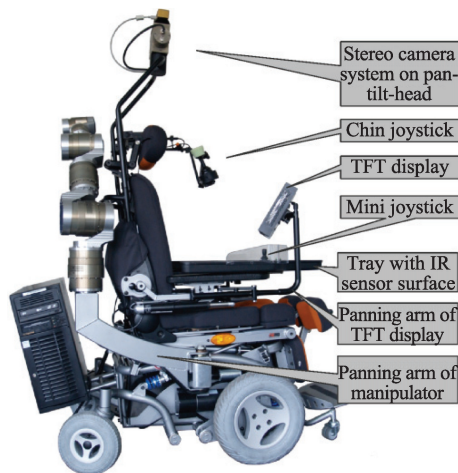


图4 “朋友”轮椅机器人  
Fig. 4 “Friend” wheelchair robotics

产权的点焊、弧焊、装配、喷漆、切割、搬运、包装码垛等产品相继问世,中国工业机器人在实践中迈出了重要一步,期间,中国政府陆续出台了不同方面的机器人发展规划。经过20世纪90年代的原型和示范阶段,在2000年开始进入到产业化阶段。2006年中国将智能服务机器人列入《国家中长期科技发展纲要》,2012年发布服务机器人科技发展“十二五”专项规划,2013年发布《工信部关于推进工业机器人产业发展的指导意见》。2010年以后,中国机器人装机容量逐年递增,开始面向机器人全产业链发展。近年来,中国机器人技术的研究取得了大量成果,机器人产品的市场前景广阔,国内众多科研院所(如哈尔滨工业大学、上海交通大学、北京航空航天大学、中国科学院沈阳自动化研究所、清华大学、合肥工业大学、哈尔滨工程大学、华南理工大学、浙江大学、东南大学、北京工业大学等)均开展了智能机器人的相关科研与教学。全球机器人四大巨头——瑞典ABB、德国库卡(KUKA)、日本发那科(FANUC)、日本安川(YASKAWA)以及其他一些国际上知名的机器人厂商由于看好中国市场的发展前景,纷纷在中国设立分支机构,从事工业机器人产品的销售、生产制造和系统集成。而国内的机器人品牌中起步较早且已初具规模的厂商包括沈阳新松、安徽埃夫特、东莞启帆、广州数控等。截至2014年10月,国内已有超过430家机器人相关企业,平均每周还在增加2家新企业。和机器人比较密切的直接间接企业有4000多家,而且每年新增300多家企业,有30~50家上市公司,通过并购、引进技术等方式开始涉足这些行业。长城证券最新研报认为,工业机器人产业会率先爆发,预计2020年中国市场达到千亿,未来6年总安装量需求在63.8万~176万台套,保守估计85万台;服务机器人产业会在5~10年左右开始爆发,其规模和发展速度可能是工业机器人不可比拟的。保守预测,工业机器人本体总市场在1275亿元,系统集成市场3825亿元;军用地面机器人340亿元,无人机

460亿元,助老机器人390亿元,助残机器人243亿元,公共服务机器人10亿元,服务机器人市场规模共计1443亿元。由中国机械工业联合会牵头的“中国机器人产业联盟”2013年4月21日在北京成立。该联盟将大力推动中国机器人的产、学、研、用,加速机器人技术与产品在各行业中的普及应用。联盟包括了国内机器人科技和产业的百余家成员单位,以产业链为依托,创新资源整合、优势互补、协同共进、互利共赢的合作模式,构建促进产业实现健康有序发展的服务平台。目前,国产移动机器人开始批量出口,国内服务机器人、特种机器人开始形成较强的竞争力,2013年国产工业机器人销售总量超过9500台。在此基础上,国家积极支持机器人产业化基地的建设,现已经形成了新松机器人公司、博实机器人公司等为代表的多个机器人产业化公司,为中国发展机器人产业奠定了基础。

尽管中国机器人发展势头良好,但目前国产机器人市场份额偏低,品牌知名度也不高。国际品牌机器人占中国市场份额超过90%。六大日本机器人公司占据中国工业机器人采购量的1/2,而中国本土四大机器人设备制造商加在一起仅占中国市场份额的5%。因此,机器人产业还没有形成研制、生产、制造、销售、集成、服务等有序、细化的产业链,产品附加值偏低。与主要发达国家相比,中国机器人产业发展速度慢、核心技术薄弱、市场份额和附加值较低。随着机器人技术与产品的广泛应用和不断扩展,机器人未来仍将保持快速发展的态势,机器人产业亟待提升质量,实现可持续发展。

## 2 智能机器人相关技术及发展趋势

### 2.1 智能机器人的相关技术

对智能机器人技术水平的衡量,有一定的技术指标和标准,机器人能力评价指标包括:智能程度,主要指机器人对外界的感受和感知能力,具体包括记忆、运算、比较、鉴别、判断、决策、学习和逻辑推理等能力;机能特性,主要指

机器人的任务变通性、领域通用性或空间占有性等;物理能指标,一般指的是机器人的指力、速度、可靠性、联用性和寿命等。机器人的组成部分一般包括执行机构、驱动装置、传感装置、控制系统和复杂机械等。下面从这几方面对智能机器人的相关技术进行阐述。

#### 1) 机器人的执行机构。

机器人的执行机构即机器人的本体,机器人的臂部(如有)一般采用空间开链连杆机构,其中的运动副(转动副或移动副)常称为关节,关节个数通常为机器人的自由度数。根据关节配置型式和运动坐标形式的不同,机器人执行机构可分为直角坐标式、圆柱坐标式、极坐标式和关节坐标式等类型。面向某些应用场景,出于拟人化的考虑,常将机器人本体的有关部位分别称为基座、腰部、臂部、腕部、手部(夹持器或末端执行器)和行走部(对于移动机器人)等。

#### 2) 驱动装置。

驱动装置是驱使执行机构运动的装置,按照控制系统发出的指令信号,借助于动力元件使机器人进行相应的动作。驱动装置输入的是电信号,输出的是线、角位移量。机器人使用的驱动装置主要是电力驱动装置,如步进电机、伺服电机等,此外,面向某种特定场景的特定需求,也有采用液压、气动等驱动装置。

#### 3) 传感装置。

机器人一般通过各种传感器获得外界信息,传感是实时检测机器人的内部运动、工作情况,以及外界工作环境信息,根据需要反馈给控制系统,与设定信息进行比较后,对执行机构进行调整,以保证机器人的动作符合预定的要求。作为检测装置的传感器大致可以分为两类:一类是内部信息传感器,用于检测机器人各部分的内部状况,如各关节的位置、速度、加速度等,并将所测得的信息作为反馈信号送至控制器,形成闭环控制。一类是外部信息传感器,用于获取有关机器人的作业对象及外界环境等方面的信息,以使机器人的动作能适应外界情况的变化,使之达到更



高层次的自动化,甚至使机器人具有某种类人的“感觉”,向智能化发展,例如视觉、听觉等外部传感器给出工作对象、工作环境的有关信息,利用这些信息构成一个大的反馈回路,从而将大大提高机器人的工作精度。

#### 4) 控制系统。

一种是集中式控制,即机器人的全部控制由一台微型计算机完成。另一种是分散(级)式控制,即采用多台微机来分担机器人的控制,如当采用上、下两级微机共同完成机器人的控制时,主机常用于负责系统的管理、通信、运动学和动力学计算,并向下级微机发送指令信息;作为下级从机,各关节分别对应一个CPU,进行插补运算和伺服控制处理,实特定的运动,并向主机反馈信息。根据作业任务要求的不同,机器人的控制方式又可分为点位控制、连续轨迹控制和力(力矩)控制。

#### 5) 智能系统。

智能系统是指能产生类人智能或行为的计算机系统。智能系统不仅可自组织性与自适应性地传统诺依曼计算机上运行,甚至也可自组织性与自适应性地在新一代的非诺依曼结构的计算机上运行。“智能”的含义涉及很广,其概念本身也在不断地进化,其本质有待进一步探索,因而,对“智能”这一词也难于给出一个完整确切的定义,但一般可作这样的表述:智能是人类大脑的较高级活动的体现,它至少应具备自动地获取和应用知识的能力、思维与推理的能力、问题求解的能力和自动学习的能力。智能机器人的“智能”指的是能够具有完成类似人类智能的功能。智能系统主要特征在于,其处理的对象不仅有数据,而且还有知识。对于知识的表示、获取、存取和处理的能力是智能机器人系统与传统机械系统的主要区别之一。因此,一个智能系统也是一个基于知识处理的系统,它需要如下设施:知识表示语言;知识组织工具;建立、维护与查询知识库的方法与环境;支持现存知识的重用。智能系统往往采用人工智能的问题求解模式来获得结果。它与传统系统所采用的求解

模式相比,有3个明显特征,即其问题求解算法往往是非确定型的或称启发式的;其问题求解在很大程度上依赖知识;智能系统的问题往往具有指数型的计算复杂性。智能系统通常采用的问题求解方法大致分为搜索、推理和规划3类。智能机器人系统与传统系统的又一个重要区别在于:智能系统具有现场感知(环境适应)的能力。所谓现场感知指它可能与所处的现实世界的抽象进行交互,并适应所处的现场。这种交往包括感知、学习、推理、判断并做出相应的动作。这也就是通常人们所说的自动组织性与自动适应性。

#### 6) 智能人机接口系统。

智能机器人目前不可能做到完全自主,还是需要与人交互,即使是完全自主的机器人,也需要向人反馈实时的任务执行情况,智能人机接口系统指能使机器人向用户提供更友善自然的自适应好的人机交互系统。在智能接口硬件的支持下,智能人机接口系统大致包含以下功能:采用自然语言进行人机直接对话,允许声、文、图形及图像能多介质进行人机交往,甚至通过脑波等生理信号与人交互,自适应不同用户类型,自适应用户的不同需求,自适应不同计算机系统的支持。

### 2.2 智能机器人技术发展现状

智能机器人是第三代机器人,这种机器人带有多种传感器,能够将多种传感器得到的信息进行融合,能够有效地适应变化的环境,具有很强的自适应能力、学习能力和自治功能。智能机器人涉及到许多关键技术,这些技术关系到智能机器人智能性的高低。这些关键技术主要有以下几个方面:多传感信息耦合技术,多传感器信息融合就是指综合来自多个传感器的感知数据,以产生更可靠、更准确或更全面的信息,经过融合的多传感器系统能够更加完善、精确地反映检测对象的特性,消除信息的不确定性,提高信息的可靠性;导航和定位技术,在自主移动机器人导航中,无论是局部实时避障还是全局规划,都需要精确知道机器人或障碍物的当前状态及位置,以完成导航、避障及路径

规划等任务;路径规划技术,最优路径规划就是依据某个或某些优化准则,在机器人工作空间中找到一条从起始状态到目标状态、可以避开障碍物的最优路径;机器人视觉技术,机器人视觉系统的工作包括成像技术,即图像的获取、处理和分析、可视化输出和显示,核心任务是特征提取、图像分割和图像辨识;智能控制技术,智能控制方法提高了机器人的速度及精度;人机接口技术,人机接口技术是研究如何使人方便自然地与机器人交流。

### 2.3 智能机器人的广泛应用

现代智能机器人基本能按人的指令完成比较复杂的工作,如深海探测、作战、侦察、搜集情报、抢险、服务等,模拟完成人类不能或不愿完成的任务,不仅能自主完成工作,而且能与人共同协作完成任务或在人的指导下完成任务,在不同领域有着广泛的应用。

智能机器人按照工作场所的不同,可以分为管道、水下、空中、地面机器人等。管道机器人可以用来检测管道使用过程中的破裂、腐蚀和焊缝质量情况,在恶劣环境下承担管道的清扫、喷涂、焊接、内部抛光等维护工作,对地下管道进行修复;水下机器人可以用于进行海洋科学研究、海上石油开发、海底矿藏勘探、海底打捞救生等;空中机器人可以用于通信、气象、灾害监测、农业、地质、交通、广播电视等方面;服务机器人半自主或全自主工作、为人类提供服务,其中医用机器人具有良好的应用前景;仿人机器人的形状与人类类似,具有移动功能、操作功能、感知功能、记忆和自治能力,能够实现友好的人机交互;微型机器人以纳米技术为基础在生物工程、医学工程、微型机电系统、光学、超精密加工及测量(如扫描隧道显微镜)等方面具有广阔的应用前景。

在国防领域中,军用智能机器人得到前所未有的重视和发展。近年来,美英等国研制出第二代军用智能机器人,其特点是采用自主控制方式,能完成侦察、作战和后勤支援等任务,在战场上具有看、嗅等能力,能够自动跟踪地形和选择道路,具有自动搜索、识别和消

灭敌方目标的功能。如美国的 Navplab 自主导航车, SSV 自主地面战车, Big-Dog 机器人等。在未来的军事智能机器人中, 还会有智能战斗机机器人、智能侦察机器人、智能警戒机器人、智能工兵机器人、智能运输机器人等, 成为国防装备中新的亮点。无人作战飞行器 (UCAVs), 是无人机的升级形式, 可以完成各种任务, 包括战斗。无人战斗机正在设计, 如 BAE Systems Mantis, 它们有自主飞行, 自主挑选航线和目标, 并且有自主做大部分决策的能力。BAE 雷神是由英国研发的一种无人作战飞行器, 可以不用飞行员跨大洲飞行, 并且有新的手段以逃避侦查。

在服务工作方面, 世界各国尤其是西方发达国家都在致力于研究开发和广泛应用服务智能机器人, “服务机器人”这个词不太明确。国际机器人联合会给出了一个初步的定义, “服务机器人是指这样一类机器人, 其通过半自主或完全自主运作, 为监护人类健康或监控设备运行状态提供有帮助的服务, 但不包含工业性操作<sup>[5]</sup>。”以清洁机器人为例, 随着科学技术的进步和社会的发展, 人们希望更多地从繁琐的日常事务中解脱出来, 这就使得清洁机器人进入家庭成为可能。日本公司研制的地面清扫机器人, 可沿墙壁从任何一个位置自动启动, 利用不断旋转的刷子将废弃物扫入自带容器中; 车站地面擦洗机器人工作时一面将清洗液喷洒到地面上, 一面用旋转刷不停地擦洗地面, 并将脏水吸入所带的容器中; 工厂的自动清扫机器人可用于各种工厂的清扫工作。美国的一款清洁机器人“Roomba”具有高度自主能力, 可以游走于房间各家具缝隙间, 灵巧地完成清扫工作。瑞典的一款机器人“三叶虫”, 表面光滑, 呈圆形, 内置搜索雷达, 可以迅速地探测到并避开桌腿、玻璃器皿、宠物或任何其他障碍物。一旦微处理器识别出这些障碍物, 它可重新选择路线, 并对整个房间做出重新判断与计算, 以保证房间的各个角落都被清扫。机器人可能识别别人或物体, 谈话, 提供陪伴, 监测环境质量, 响应报警, 拿起用品, 并执行其他

有用的任务。还可以同时执行多种功能, 或者它们可以在一天不同的时间扮演不同的角色。一些这样的机器人试图模仿人类, 甚至可能在外表上类似人类; 这种类型的机器人的被称为仿人机器人。仿人机器人仍处于一个非常有限的阶段, 因为截止目前没有仿人机器人能在它从未到过的房间导航。因此, 仿人机器人的功能和应用是相当有限的, 尽管在熟悉的环境他们表现出相当智能的行为。半自主机器人, 比如 FRIEND 和其他各种轮椅机器人, 可以帮助老年人和残疾人完成一些常见的任务。许多国家人口老龄化, 特别是日本, 这意味着有越来越多的老人需要照顾, 但是相对来说只有较少的年轻人照顾他们。人类做是最好的照顾者, 但他们很忙, 机器人正逐渐被引入。图 4 的 FRIEND 是一个半自主机器人 (轮椅机器人), 帮助老年人残疾人和在日常生活中的活动, 如准备和服务吃饭。FRIEND 使截瘫病人、有肌肉的疾病或严重的瘫痪 (由于中风等原因), 在没有治疗师或护士的帮助下完成任务成为可能。

在教育领域, 很早就有机器人的参与, 20 世纪 80 年代, 海龟机器人在学校投入使用并用 Logo 语言编程。还有机器人套件, 例如乐高, 机械人教学套件“BIOLOID”, OLLO 机器人和 BotBrain 教育机器人可以帮助孩子学习数学、物理、编程、电子等知识。FIRST 公司也以一种和进行机器人比赛的形式, 将机器人引入到中小学生的生活中。FIRST 组织也是第一个机器人比赛, 第一个乐高联盟, 初级乐高联赛和第一技术挑战赛的基础。还有一些形状像机器人的设备, 比如教学计算机 Leachim (1974), 还有 2-XL (1976), 它是一个 8 轨磁带播放器, 机器人形状的游戏/教学玩具, 这些都是 Freeman 发明的。

在体育比赛方面, 智能机器人也得到了很大的发展, 近年来在国际上迅速开展起来足球机器人与机器人足球高

技术对抗活动, 国际上已成立相关的联合会 FIRA, 许多地区也成立了地区协会, 已达到比较正规的程度且有相当的规模和水平。机器人足球赛目的是将足球撞入对方球门取胜。球场上空悬挂的摄像机将比赛情况传入计算机内, 由预装的软件作出恰当的决策与对策, 通过无线通讯方式将指挥命令传给机器人。机器人协同作战, 双方对抗, 形成一场激烈的足球比赛。在比赛过程中, 机器人可以随时更新它的位置, 双方的教练员与系统开发人员不得进行干预。足球比赛中的机器人及其系统融计算机视觉、模式识别、决策对策、无线数字通讯、自动控制与最优控制、智能体设计与电力传动等技术于一体, 是一个典型的智能机器人系统。

在机器人情感方面, 近年来也有了迅速的发展, 合肥工业大学情感计算与先进智能机器安徽省重点实验室在情感陪护机器人领域取得了一定进展, 在人形机器人平台上研究情感计算系统, 在国家重点基金项目支持下, 针对心理健康问题, 构建通用与个性化融合的心状态转移网络, 并基于所构建的心状态转移网络开发多模态的情感应对模型, 建立应对策略的评价体系。具体而言, 用情感机器人 (图 5) 作为平台, 开发出一台增强心理健康的系统。对用户可根据其微博、博客、对话语言、语音、表情等基于情感交互来进行心理健康感



图 5 情感陪护机器人  
Fig. 5 Emotional robotics escort

知并计算出健康指数, 即心灵充实度, 系统具有安抚、聊天功能。团队研发的情感机器人平台及其云系统主要功能



包括人物身份和情感认知、手势语音互动、智能情感会话聊天、情感交互等功能。情感陪护机器人可以在家庭和医疗场所,对不同年龄段的人群(尤其是老年人陪护),对特定病情(孤僻症和抑郁症)的辅助康复。

现代智能机器人不仅在上述方面有广泛应用,而将渗透到人类生活的各个方面,像在煤炭工业矿业方面,考虑到社会对煤炭需求量日益增长的趋势和煤炭开采的恶劣环境,将智能机器人应用于煤炭工业、矿业势在必行。在建筑方面,有高层建筑抹灰机器人、预制件安装机器人、室内装修机器人、擦玻璃机器人、地面抛光机器人等。在核工业方面,主要研究机构灵巧、动作准确可靠、反应快、质量轻的机器人等。在情感陪护方面,机器人通过摄像头和麦克等传感器采集人的实时信息,通过机器学习和数据挖掘算法,获得人的实时情感状态,进而根据人的情感状态合成相应的表情和姿态与人进行实时的情感互动。智能机器人的应用领域的日益扩大,人们期望智能机器人能在更多的领域为人类服务,代替人类完成更多更复杂更高级的工作。

### 3 总结

世界上大概有50%的机器人在亚洲,32%在欧洲,16%在美国北部,1%在澳大利亚,1%在非洲<sup>[8]</sup>。全世界有40%的机器人在日本<sup>[9]</sup>,目前日本是拥有机器人数量最多的国家。随着机器人变得越来越先进和复杂,越来越多的专家和学者们甚至开始探讨需要建立什么样的道德规范来管理机器人的行为<sup>[10]</sup>,机器人是否可以拥有任何类型的社会、文化、道德或法律权利<sup>[11]</sup>。一个科学团队表示,到2019年机器人的大脑可能会存在<sup>[12]</sup>。还有人预测,到2050年机器人的智能将会有所突破<sup>[13]</sup>。最近的发展使得机器人的行为更加复杂<sup>[14]</sup>。智能机器人的社会影响是2010年一部名为Plug & Pray纪录片的主题<sup>[15]</sup>。

#### 3.1 技术的发展趋势

机器人科学的各种技术在不断地出现。一种方法是可进化的机器人技

术,母机器人构造出多个不同的子机器人,通过测试,那些表现最好的被当做模型标准来创造下一代机器人。另一种方法是发育机器人(Developmental robotics)技术,该技术追踪一台机器人在解决特定功能领域的问题时,机器人内部的变化,从而改进机器人的智能。另一种刚刚推出,被命名为RoboHon的新型机器人,既可以看作为智能手机,又可以看作为机器人<sup>[16]</sup>。日本希望到2025年为止能够实现服务机器人的全面商业化。日本的许多技术研究由日本政府机构领导,特别是经贸部<sup>[17]</sup>。由于机器人变得更加先进,最终有可能形成一个标准的计算机操作系统来设计机器人。机器人操作系统是一套开放源代码的代码集,正在由斯坦福大学、麻省理工学院和慕尼黑工业大学、德国等开发。ROS提供了一些用来编写机器人导航和四肢程序的方法,这些方法不需要考虑所涉及的具体硬件。它还提供了高层次的命令,像图像识别,甚至于开门。当ROS在机器人的计算机上启动时,它会得到机器人属性数据,如机器人的四肢长度和运动数据,接着将这些数据传递到更高级别的算法。微软也正在开发一个“机器人视窗”系统,该系统开发在2007年已面世<sup>[18]</sup>。卡特彼勒公司正在制造一辆可以自动驾驶,没有任何人为操作的卡车<sup>[19]</sup>。

智能机器人在各行业均具有广阔的发展前景,然而,尽管国内外智能机器人的研究已经取得了众多成果,但其智能化水平仍然有很大的上升空间。未来的智能机器人会在以下几方面发展:面向任务,由于目前人工智能还不能提供实现智能机器人面向开放任务的完整理论和方法,已有的人工智能技术大多数要依赖领域知识,因此对机器要完成的任务加以限定,发展面向特定任务的特种机器人,已有的特定领域人工智能技术就能发挥作用,使开发这种类型的智能机器人成为可能;传感技术和集成技术,在现有传感器基础上发展更好、更先进的处理方法和其实现手段,或者寻找新型传感器,同时提高集成技术,增加信息的融合;机器人云互联技

术,利用云互联网络技术将各种机器人连接到计算机网络上,机器人的知识库源自于云端,云端通过网络对机器人进行有效的协同控制,即机器人云与机器人学校<sup>[20]</sup>;智能控制系统的计算方法,与传统的计算方法相比,以模糊逻辑、基于概率论的推理、神经网络、遗传算法和混沌为代表的计算技术具有更高的鲁棒性、易用性及计算的低耗费性等优点,应用到机器人技术中,可以提高其问题求解速度,较好地处理多变量、非线性系统的问题;智能机器人中的机器学习,各种机器学习算法的出现推动了人工智能的发展,深度学习,强化学习、蚁群算法、免疫算法等可以用到机器人系统中,使其具有类似人的学习能力,以适应日益复杂的、不确定和非结构化的环境;智能优化的人机接口,人机交互的需求越来越向简单化、多样化、智能化、人性化方向发展,因此需要研究并设计各种智能人机接口如多语种语音、自然语言理解、图像、手写字识别、甚至包括生理信息等,以更好地适应不同的用户和不同的应用任务,提高人与机器人交互的和谐性;多机器人协调作业,组织和控制多个机器人来协作完成单机器人无法完成的复杂任务,在复杂未知环境下实现实时推理反应以及交互的群体决策和操作。

#### 3.2 中国智能机器人建设设想

由于现有智能机器人的智能水平还不够高,因此在今后的发展中,努力提高各方面的技术及其综合应用,大力提高智能机器人的智能程度、自主性和适应性,是智能机器人发展的关键。同时,智能机器人涉及多个学科的协同工作,不仅包括技术基础,甚至还包括心理学、伦理学等社会科学,让智能机器人完成有益于人类的工作,使人类从繁重、重复、危险的工作中解脱出来,就像科幻作家阿西莫夫的“机器人学三大法则”一样,让智能机器人真正为人类利益服务,而不能成为反人类的工具。相信在不远的将来,各行各业都会充满形形色色的智能机器人,科幻小说中的场景将在科学家们的努力下逐步成为现实,很好地提高人类的生活品质和对未

知事物的探索能力。

中国的智能机器人发展还落后于世界先进水平,而智能机器人又是高科技的集中体现,具有重要的发展价值,因此中国在智能机器人领域要认清形势、明确发展目标,采取符合中国国情

的可行发展对策,努力缩小与世界领先水平的差距,早日让智能机器人全面为社会的发展服务。相信经过政府的重视和投入,科技工作者的不懈奋斗,中国的智能机器人发展水平能达到新的高度。中国应将机器人作为优势和战

略产业的突破点,在智能机器人方面,例如针对家庭服务机器人,未来需要使其具备自主感知,具备类人操作,与人共用工具,实现机器人与机器人,机器人与人的协同进化<sup>[20]</sup>,可与人进行自然语言交互,包括情感交互。

#### 参考文献 (References)

- [1] Greg H. Robots could cost Australian economy 5 million jobs, experts warn, as companies look to cut costs[N/OL]. [2015-10-15]. <http://www.abc.net.au/news/2014-05-28/robots-could-cost-australian-economy-5-million-jobs-expert-says/5484740>.
- [2] Crystal A. 5 jobs being replaced by robots[EB/OL]. [2015-10-15]. <http://excellence.monster.com/benefits/articles/4983-5-jobs-being-replaced-by-robots>.
- [3] IFR. World robotics 2015 industrial robots[EB/OL]. [2015-10-15]. <http://www.ifr.org/industrial-robots/statistics/>.
- [4] IFR. World robotics 2015 service robots[EB/OL]. [2015-10-15]. <http://www.ifr.org/service-robots/statistics/>.
- [5] IFR. Definition of service robots[EB/OL]. 2012-10-27. [2015-10-15]. <http://www.ifr.org/service-robots/>.
- [6] Mitgang L. 'Nova's' 'Talking Turtle' profiles high priest of school computer movement[N]. Gainesville Sun, 1983-10-25.
- [7] Barnard. "Robots in school: games or learning?"[R]. Washington: Observer-Reporter, 1985-01-29.
- [8] Robots Today and Tomorrow: IFR Presents the 2007 World Robotics Statistics Survey[R]. World Robotics, 2007-10-29.
- [9] Japan's robots slug it out to be world champ[N]. Reuters, 2007-12-02.
- [10] AAI webpage of materials on robot ethics. Archive [2015-10-15].
- [11] AAI compilation of articles on robot rights, sources compiled up to 2006.
- [12] Lester P. Scientist predicts functional artificial brain in 10 years[EB/OL]. 2009-7-29. <http://www.gizmag.com/ted-2009-artificial-brain/12362/>.
- [13] Moravec H. Robot: Mere machine to transcendent mind[M]. Oxford University Press, 2000.
- [14] Matthew W. Robots almost conquering walking, reading, dancing[EB/OL]. 2009-08-17. <http://www.koreaitimes.com/story/4668/robots-almost-conquering-walking-reading-dancing>.
- [15] Plug & Pray, Documentary film by Jens Schanze about the possibilities of AI and robotics.
- [16] RoboHon K N. Cute little robot cum smartphone[EB/OL]. [2015-10-15]. <http://blog.codexify.com/2015/10/robohon-cute-little-robot-cum-smartphone.html>.
- [17] Myoken Y. Research and development for next generation service robots in Japan[J]. Science and Innovation Section British Embassy, 2009.
- [18] Campbell M G. Robots to get their own operating system[J]. New Scientist, 2009, 203(2720): 18-19.
- [19] McKeough T. The caterpillar self-Driving dump truck[J]. Fast Company, 2008(131): 80.
- [20] 任福继. 机器人与机器人学校[J]. 科技导报, 2012, 30(9): 73-79.

## Present situation and development of intelligent robots

REN Fuji<sup>1,2</sup>, SUN Xiao<sup>1</sup>

1. Affective Computing and Advanced Intelligent Machine Anhui Key Lab, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China
2. Tokushima University of Japan, Tokushima 770800, Japan

**Abstract** With the development of scientific and technological progress and social development, people want to be more free from tedious daily affairs. This promotes the development of intelligent robot market. In addition, Intelligent robot industry is deemed as a measure of a national science and technology innovation status and an important symbol of the level of high-end manufacturing, its development has received more and more attention around the world. This article describes the current situation and the development level of domestic and international communities of intelligent robots, including intelligent robot technology and classification of robots, applications of intelligent robot in all walks, and has explored the intelligent robots' development trends and outlook.

**Keywords** intelligent robot; artificial intelligence; development status; prospects; forecast

基金项目:国家自然科学基金重点项目(61432004)

作者简介:任福继,教授,研究方向为机器人,电子信箱:ren@is.tokushima-u.ac.jp;

孙晓(通信作者),副教授,研究方向为情感计算与机器人,电子信箱:sunx@hfut.edu.cn

(责任编辑 刘志远)