



## 科学人物



乔红,中国科学院自动化研究所研究员,中国科学院自动化研究所机器人中心副主任,机器人理论与应用组组长。2007年国家杰出青年科学基金获得者,2009年入选“新世纪百万人才工程”国家级人选,中国科学院“百人计划”研究员。

## 乔红:从“吸引域”到神经机理机器人

1997年,从英国博士毕业的乔红独自一人奔赴香港城市大学工作,前后长达7年。彼时她的丈夫留在英国工作,她新生不久的儿子从4个月大就寄养在丈夫的山东老家。那时候,性格开朗的乔红白天和同事朋友们一起工作,一起吃饭、打球,嘻嘻哈哈,日子倒也潇洒。到了节假日的晚上,香港本地的同事们各自回家,乔红一个人上到香港当时最高建筑物的顶楼喝茶,看风景。华灯初上,喧嚣褪去,焦虑的感觉渐渐袭上心头。“怎么还出不来呢?”乔红常常自问何时才能在领域中脱颖而出。乔红事业心强,那时候支持她奋斗的最大动力就是对成功的追求。

“现在的话,支持我前进的动力则是对机器人本身的研究兴趣,这个变化是从我有了选择的自由开始的”,十几年后的乔红已进入全新境界,自信笃定,同时保有激情。她在2002年获得英国曼彻斯特大学永久教职,2004年经由“百人计划”回国,目前担任中国科学院自动化研究所机器人中心副主任、机器人理论与应用组组长。虽然已经是非常成熟的科学家,乔红的状态依然很年轻,她个性鲜活,语速较快,思维活跃发散,一边接受采访一边在纸上自己做记录,回答问题时会下意识地用手指

卷着脸侧披下来的长发玩。她说话直率生动,比如最近听了一位院士的报告,其“好的研究工作是有交叉性的、有历史痕迹可循的”的观点令她深受启发,她把这种感受称为“受刺激”。

### 万绿丛中一点红——从吸引域开始的理论创新

机器人研究领域中女科学家比许多领域更为少见,乔红很好地在这个领域展示了女性的智慧和毅力。

乔红1996年在英国获得博士学位,研究方向是人工智能和机器人,从此以研究机器人为职业。她早期引起同行关注的工作是“吸引域”概念的提出,它被美媒称为“乔的域”。

“当时也是在大量做实验的背景下发现的”,乔红说,1999年,一次实验中,她忘了打开机器人的传感器,但是发现机器人还是成功完成了轴孔装配的操作,这引起了她的思考——人有时候是可以不需要眼睛看着就能完成操作的,那么机器人是不是也可以模仿人类,在不依赖传感器的情况下实现准确动作呢?沿此思路,她第一次提出了机器人操作中“吸引域”的概念,“比如有一个碗,从任何角度放一粒豆子进去,基于碗的形状,豆子在重力作用下总会

落到碗的底部。我发现机器人的高维操作空间中也有这样的‘碗’,机器人通过控制接触点,可以在环境约束下从一个比较粗略的位置准确完成目标动作”。

这项研究最开始是在机器人的装配任务中进行的,后来乔红他们发现在机器人的抓取、定位操作中,甚至在机器人视觉中,也存在这样的现象,比如人脸识别时,可以将一个人各角度的脸部图片构造为“吸引域”,而“碗底”就是他正脸的图像,这样当机器人看到一个人侧脸时,就可以自然地找到他的正脸,从而进行识别。

从“吸引域”开始,乔红开始了一路创新。2004年乔红回国,创建和带领团队长期从事机器人“手-眼-脑”的研究,主要针对的是机器人“高精度”“高可靠”“高速度”“高智能”四个维度的诉求展开。在手的方面,乔红团队主要从轴孔装配问题出发,通过构建高维环境吸引域,使得机器人用相对较低的本体精度,实现0.0025 mm的操作精度,相关平台已经应用到奇瑞汽车、秦川机床厂等公司中。眼的方面,他们通过机器人视觉中的“吸引域”,让机器人准确地对人进行跟踪,即使有遮挡或者侧过身,依然可以辨别被测试者。脑的方

面,一方面通过“手眼融合”,将机器人的视觉和操作结合起来,让机器人有很高的智能性,另一方面和网络科学、神经科学结合,做了神经网络稳定性方面的研究,并将运动、视觉的机制引入到机器人系统中,实现机器人的快速、稳定和自主学习能力。

乔红介绍说,这项工作主要强调的是机器人与多学科交叉,包括模式识别、控制、网络科学、神经科学等,“学科之间的充分交叉可以产生很多有价值的研究工作”。另一方面,乔红团队也是迎着应用驱动来做研究,比如“机器人的手”,现在很多国产机器爪的成本较低,但是本体重复精度还达不到操作所要求,通过构建“环境吸引域”,可以实现这一诉求。乔红团队的这项工作最终取得了不俗的成绩,今年年初以“基于环境约束和多空间分析的机器人操作理论研究”为题获得了国家自然科学基金二等奖。

### 下一代智能机器人:神经机理机器人

在研究的前十年,乔红一直定位科研目标,曾经出于热度考虑,转向机器人与视觉研究。目前她的研究重点则在机器人与神经科学的交叉融合,这更多是出于兴趣的选择,“我对神经科学一直很感兴趣,也希望借此增进对人自身的了解”,乔红说,希望在未来,机器人可以和人类成为朋友,能够换位思考,与人共情。

最早的触动发生在2009年。乔红为国家自然科学基金委员会翻译《美国技术前沿》一书,其中提到,在太空中,宇航机器人在和人合作时需要从人的角度去思考问题,比如桌子上有两个扳手,但是从宇航员的角度只能看到其中



图1 乔红团队研发的服务机器人与工业机器人部分产品

一个,那么机器人在接到拿扳手命令时,就要理解宇航员的真实意图。乔红说,为了实现这样的智能,我们需要由内往外地模仿人,从视觉、听觉的感性认知层面,到运动规划和运动执行结构,甚至包括情绪、决策、精力能量的层面,使得机器人具备人的“神经网络式”的学习能力。简而言之,就是从神经科学与信息科学、机器人的交叉角度出发,构建神经机理机器人。

基于上述思路启发,从2009年起,乔红团队就开展了关于受神经机理启发的机器人运动和视觉模型的研究。其中视觉神经系统中引入了很多神经生物学上的概念和机制,比如联想记忆、视觉注意力、学习记忆等模型,使得模型可以自主学习一个物体的特征,同时应对很多干扰;类神经运动模型,与传统结构很不同,是靠像人的筋腱一样的结构来驱动,通过应用神经机制,可以在运动速度不下降的情况下,不断学习,让运动的精度越来越高,具有与人近似的柔顺性、灵巧性。“就像人打羽毛

球,经过不断练习,可以在速度不下降的情况下,接球准确率越来越高”,乔红解释说。这几项研究的文章基本都已经发表在IEEE的会刊上。

“类脑这个方向现在非常热,中国科学院成立了‘脑科学与智能技术’卓越创新中心,依托上海神经研究所和自动化研究所,凝聚全院力量,推动脑科学与信息科学的交叉研究与创新,我也有幸成为卓越中心的核心骨干成员。中国科学院自动化研究所在今年上半年也成立了类脑智能研究中心,我担任中心副主任,仿人神经机器人这个方向就是由我负责。”乔红看准了神经机理机器人的方向,认为一方面可以从理论角度进行研究,另一方也可以从应用驱动入手,“机器人是一个工程性很强的领域,有很强的应用需求,包括工业、民用服务业、国防产业等等,其中很多地方都对机器人的智能性有要求,服务机器人如果能‘像人’,与人交朋友,效果就会很不一样;工业和国防工业中的非标准件的小批量生产,也需要机器人很



灵巧、很快地学习和成长”。

### 神经机理机器人帮助解决产业瓶颈

“神经机理机器人对解决我国机器人产业发展的一些重要瓶颈或许会很有帮助”，乔红在研究中一直在关注机器人产业和机器人应用中的实际问题。她认为目前国内机器人产业有几大瓶颈，一个是系统成本偏高，国内很多领域的工业机器人被国外公司占领绝大部分市场，往往价格很高，国内很多硬件其实可以做到低价格，但精度不够，因此系统集成是一个很大的问题，整体系统算下来价格很高，制约了国内机器人的发展。其二，国产机器人的本体精度不够高，利用国产机器人进行高精度装配是一个较大的难点，“我们关于吸引域、手眼融合的很多研究都是从这一问题引出的”乔红说。其三，本质安全问题在现在人机交互频繁的情况下一个重要问题，之前国外出现过工业机器人伤人事件，本质安全就是让机器人从机构和内在机制上防止对人身造成伤害。其四，我国目前高端制造业的工艺还有成长空间，很多关键零部件加工得不是很好，比如RV减速器，在工艺、材料上都有欠缺，导致减速器的耐磨性和国外的产品还是有差距。乔红说，制造业继续向高端发展的话，还是需要人静下来把工作做扎实，一些

面向应用的科研人员和工程人员可能需要深入到工厂中去，真正把研究和技术落地。她的团队在广东建立了2个工业基地，就是希望能把平台和技术落地，为广东市的“机器换人”计划做一些贡献。

### 海归十年，女科学家的荣耀与执着

乔红在采访最后向记者展示了团队未来的工作计划，她侃侃而谈时很容易让人产生“女性之光”的印象，她的大脑在国内机器人领域作了颇具代表性的贡献。乔红2007年获得国家杰出青年基金，2009年入选“新世纪百千万人才工程”国家级人选，到目前她仍保有进取心，这与性格有关。虽然回望当初一家三口长达7年的三地分居状态，现在的乔红觉得应该在家庭、工作和生活多做一些平衡，但说到一些优秀的年轻女研究生一旦投入家庭就放弃多年苦读专业，又让她费解与慨叹，“年轻人还是要有冲劲儿，事业的开端很重要的”——时光倒流回当年，恐怕上海姑娘乔红还是会做出同样执着的选择。

采访乔红，绕不开女科学家在科学共同体中的角色。乔红认为女科学家有自己的特点，包容性强，别人的话能听进去，她自己现在非常强调团队的力量，还注意吸收不同方向和特质的人进入团队。她不喜欢在科学界因为性别而受到额外照顾，更希望是因为工作本



图3 报告席上的乔红

身而受到同行肯定和获得支持。同样，她更不希望因为是女性而受到另眼看待，2004年刚一回国，她就对媒体直言作为海归和女科学家在国内是弱势群体，这也是乔红勇于表达和具有对抗精神的一面。

从2004年至今，乔红回国已满10年，她说自己心境改变了很多，“当时确实感觉比较困难，也有过一些牢骚，觉得应该自己得的东西没有得到。现在看，成功还是需要多自我反省，这也是我现在的的一个改变，就是要少抱怨、多做事，因为国内很多事情都是在发展改善的。有人也跟我讲过，事业上有些东西不要看得太重，要多换位思考，从人家的角度去看就容易理解了。”说到这里，乔红已经更像是个朋友在聊天，她的心态很年轻，仍然有冲劲，有激情，对事业有追求，有时候需要自己平衡自己的心态，一个凡事无谓的人不会像她这样表达。她一方面心怀感激，感谢环境、单位、朋友和团队，一方面，也感到在平衡的基础上，要更为努力。她多年来保持了自己一贯的性格，难能可贵。

最重要的是，回国这些年乔红觉得精神上很愉快，“我回国后结识了很多朋友，相处得很好，国外还是文化不同，能真正聊得来的人极少。国内外虽然在技术层面有差距，但生活不能忽略精神层面，人一定要在精神层面上丰富，这一点国内给我的感觉会更好一些”，乔红如是说。

文/李娜

作者单位：科技日报社事业发展部。

(责任编辑 汤锡芳)

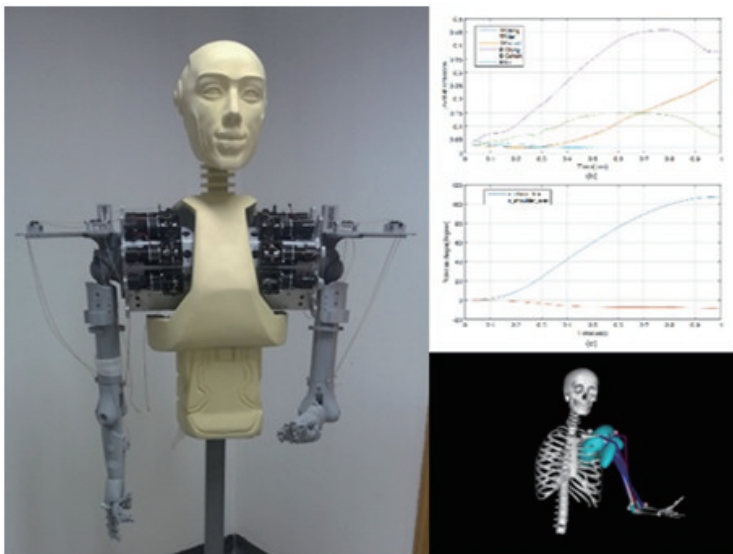


图2 运动神经机器人展示平台