



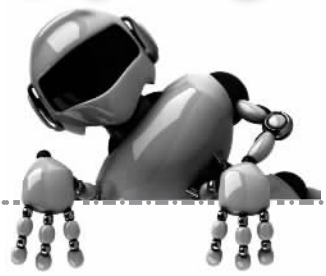
第19届RoboCup机器人世界杯赛及学术大会7月在合肥成功举办(相关报道请见本报7月20日1版及6版)。这是全球大规模机器人竞赛中专业性最强、水平最高的赛事。应邀在学术大会上做主旨演讲的高文院士在接受采访时指出,我国虽然在传统机器人领域起步较晚,“但是新型机器人不见得落后”。我国在本届世界杯上的出色表现有力地支持了高文院士的这一判断。

我国机器人事业正进入高速发展期,在此关键时刻举办机器人世界杯极大地提升了我国在本领域的国际影响力,同时也带给我们一些有益的启示。基于对机器人世界杯方方面面的观察与思考,围绕机器人领域的科技创新,本文就两个重点问题谈一些粗浅认识:一个是关于机器人研发及产业化发展模式的基本判断,另一个是关于消除科研与应用相互脱节的具体途径。

# 突破机器人时代的创新障碍

## ——源于机器人世界杯的若干思考

□ 陈小平



### 发展模式的创新:创新与创意有机结合

广义的创新包含多种形态,“创意”也是其中的一种,但与典型的科技创新有根本性区别。当前的“网络时代”建立在“创意为主的发展模式”之上——电子邮件、微信、微博和电商等服务的研发与推广,周期短、见效快,带来巨大的经济和社会效益,却不需要长期的科技攻关和根本性的技术突破。但是,更早的“计算机时代”则大为不同,是建立在大规模集成电路和计算机系统软件等一系列本质性技术突破的基础之上的,属于“创新为主的发展模式”。

那么,机器人时代的发展模式是什么?是延续“创意为主”,还是回归“创新为主”,或者二者都不是?对这个问题的判断将根本性地影响机器人时代的战略抉择。

回顾“RoboCup机器人世界杯及学术大会”的历史,或许有助于我们找到答案。大会于1997年创立,参照“阿波罗登月”等国际重大科学工程,提出了一个

50年的远景目标:到2050年前后,自主机器人足球队战胜人类足球的世界冠军队。这个目标的真正含义不是要让机器人与人对抗,而是要把机器人某些方面的能力发展到与人类相近的程度,从而能够为人类提供大范围的服务,完成一些以往只有人类才能做到的事情。大赛最初只有“机器人足球”一个系列比赛,经过不断发展,2008年开始稳定为五个大项:“机器人足球”重点关注机器人硬件和底层控制—感知技术,以及多机器人系统的合作与对抗;2003年增设了“救援机器人”系列,以灾难情况下幸存者搜救为主要目的,重点发展机器人在恶劣复杂环境中的运动、感知和控制技术;2006年起,增加了“服务机器人”系列,并从最初的一个大项迅速发展为本届的四个大项,分别涉及家庭等环境中的个人服务机器人和智能装配等应用领域的专用服务机器人。

本届大赛有不少新亮点。比如,中科大联合国内外高校,设立了“服务机器人精确测试”比赛项目,首次在实体机器人比赛中引进自动裁判系统,对服务机器人的行为和性能进行精确的自动测量和评价。再比如,首次对参赛机器人的硬件成本进行了限制,成本过高的机器

人不能参赛。从某种程度上说,这些新亮点代表了机器人产业未来发展的趋势。“自动裁判”的价值远远超越比赛本身,对于提升服务机器人和特种机器人产品的自动检测,都具有重大意义。而限制参赛成本则有利于科研成果的应用转化,也有利于改善国产机器人零部件的生存环境。中科大利用国产零部件研发的佳佳低成本移动平台获得该项比赛第一名,从一个侧面证实了在服务机器人上使用国产零部件的发展潜力。

上述发展轨迹表明,十余年来,大家对机器人应用的关注度持续升高,在本届世界杯中表现尤为显著,但50年的远景目标仍然保持不变。在大部分比赛项目中,具有广泛应用背景的智能机器人关键技术,始终是研究和测试的主体对象。再回到最初的问题,笔者认为,机器人应用这种长期性、全球性态势说明机器人时代将是一种创新与创意有机结合的发展模式,既需要创新的服务功能和商业模式,也需要进行根本性的科技创新。两者不是简单叠加,而是有机结合,这样既能极大简化复杂的应用问题,同时又能提升科技创新的效率和效果。

笔者得出这个判断的根本依据是:

机器人应用所面临的创新难度,很多情况下高于计算机应用。我们知道,计算机得以普及的一个关键因素是“标准化”,这不仅意味着大量不同的计算机可以统一到—个“标准”之下,更重要的是,意味着每一台(普通)计算机的内部运作与其外部环境是无关的——计算机的运作不需要考虑它的用户和环境的不同。但是一般而言,这种“环境无关性”对传统工业机器人以外的其他种类机器人是不成立的。面对一些普遍性的复杂应用,机器人必须能够适应大量不同的、变化的人类环境,这是一项前所未有的重大科技挑战。

上述判断意味着,与当前和以往的任何时代相比,机器人时代将非常不同——一个更加千姿百态、更加千变万化的时代。不仅发展空间更加广阔,而且“洗牌”的频率和幅度将更快更大。在更长时间的时空内,新技术成果将源源不断地转化为新产品和新服务,带来源源不断的新机遇和新挑战。一次“胜者为王”将不再能一劳永逸,只有持续不断地创新才能真正“立于不败之地”。因此,局部的“短平快”和以创意为主的产品研发在一些情况下虽然仍然有效,但全局的“短平快”必将最终导致整体创新战略的落空。

### 研用结合的突破:在真实或接近真实的应用环境中测试

简单地说,“基于用例的测试”就是将机器人放到真实或接近真实的环境中,让它们完成真实世界中存在的任务,通过对其完成度的检验,测试参赛机器人的系统性能。比如服务机器人测试,就是看它们在模拟的家庭环境中,是否能完成倒水等家务劳动任务;救灾机器人测试,就是看它们在地震、爆炸、火灾等环境中,能否成功找到被困人员。

在RoboCup机器人世界杯中,各项比赛都采用这一评价方法。这些任务的完成情况,主要取决于相关关键技术的研发水平。回顾历届大赛,应该说比赛应用环境的设置逐年向真实环境靠拢,任务的难度也逐年提高,越来越接近真实应用。例如,本届大赛中“家庭服务机器人”项目,包含大约10个标准测试,所有测试都在简化的家庭环境,或者真实的超市、餐馆中进行。测试任务包括常规的室内服务(如端茶倒水、清理房间)和紧急情况(如失火)下的人员救助。能否完成测试任务,涉及一些前沿技术的研发。比如“紧急救助”测试,要求机器人能够对用户的姿态和行为进行识别。这是国际机器人前沿研究中的一个新课题,目前还没有成熟技术。

与学术论文中的传统实验评价相比,“基于用例的测试”有四个主要区别。第一,学术论文中的实验对象通常是某一个具体的方法、算法或理论模型等,而不是整机。第二,论文使用的测试数据通常是事先收集整理好的,而不是直接在真实应用场景中由机器人自身获得的。第三,论文中的实验设计是由论文作者制定的,而“用例”的设计是由

第三方专业机构经过专门研究制定的。这在RoboCup机器人世界杯各个项目的比赛中表现为一套详尽的规则。第四,相对于论文评审和项目验收等传统评价方式而言,成果评价的客观性得到了有效的提高。归结起来,“基于用例的测试”是依据第三方专业机构制定的统一的测试准则,在真实或接近真实的应用环境中,测试真实用户任务的完成情况,对机器人整机进行客观的大规模对比实验。

近年来,国家自然科学基金委组织的智能车大赛、美国国防部高级计划局组织的无人车沙漠越野赛和机器人挑战赛等,都采用这种方式作为成果评价体系,并取得了显著效果。这种测试方法也是国外许多机器人公司的选择。在本届机器人世界杯产业峰会上,德国库卡机器人公司研发总监、欧

洲机器人联合会副主席斯乔夫介绍了库卡公司将“基于用例的测试”作为创新研发重要手段的做法和意义。目前全球最大的服务机器人厂商Aldebaran,是另一个“基于用例的测试”的受益者。该公司为RoboCup机器人世界杯“标准平台组”提供硬件平台,根据参赛队连续多年的测试结果进行产品升级,大大加快了产品研发与推广。

长期以来,科研与应用之间的严重脱节是我国科技成果转化“老大难”,严重阻碍了国家创新战略的有效实施。在机器人研究现阶段,在我国现有科研评价体系下,论文中的科研成果绝大多数与实际应用之间存在很大距离,需要漫长的转化过程。可是,这个关键过程在国内几乎无人问津,已成为我国科研成果应用转化的最大瓶颈之一。

“基于用例的测试”是科研成果(包

括论文和专利成果)向实际应用转化的一条快车道。经过“基于用例的测试”所获得的成果,与论文中的成果相比,大大缩短了与实际应用之间的距离,转化难度和转化所需的投入都大大降低了。笔者建议,在机器人及相关领域中更大范围、更大力度地开展“基于用例的测试”,并在科研评价体系中设置相应的评价指标,作为论文和专利两个传统指标的重要补充。同时,可以此为切入点,尝试突破成果转化瓶颈的新途径。相信这对于落实国家机器人创新战略,将是一种有益的探索。

(本文作者为中国科学技术大学教授,第19届RoboCup机器人世界杯及学术大会总主席)



### 科技随笔

## 科学研究要勇于攻坚克难、开疆拓土

□ 郭雷

“要获得预期的证明,唯一的办法是选择一条完全不同于过去的途径。”这是德国数学家希尔伯特当年在证明果尔丹定理时所想的。1983年,我在中科院系统科学所读研究生时,在康斯坦西·瑞德所著的《希尔伯特》中初遇此言,虽在书中作了标记,但彼时并无切身感悟。

不久之后,我开始了研究生期间的第一项工作:研究当传统的“持续激励”条件不满足随机梯度算法的收敛性问题。没想到前人所用的微分和微分方程方法遇到了本质困难,我常常被逼到走投无路、山穷水尽的地步,在屡战屡败、屡败屡战中,我最终探索出一条与过去完全不同的新路,即直接处理随机矩阵无穷乘积的问题,即直接处理随机矩阵无穷乘积的问题。

当然,重要创新往往都是“站在巨人肩上”所作出的关键性突破。科学研究过程中极其关键的一步是选题。我最看重两类情形:一是攻坚克难,在重要科学难题研究上取得突破;二是开疆拓土,提出新问题,发现新现象或开启新方向。这两类情形常常密切相关,往往都伴随着科学方法上的创新。

为什么特别看重这两类情形?我认为,对科学研究来讲,套用现成的方法去解决一些与前人工作类似的问题,这与学生做习题在本质上是一样的,虽然可以训练人才或增加论文的数量指标,却不是科学家应有的追求、境界和责任。爱因斯坦曾说:“提出一个问题往往比解决一个问题更为重要,因为解决一个问题也许只是一个数学上或实验上的技巧问题。而提出新的问题、新的可能性,从新的角度看旧问题,却需要创造性的想象力,而且标志着科学的真正进步。”我对爱因斯坦的这一观点深以为然,并将此视作一个科学家该有的境界——不拘泥于现有方法、不囿于现存理论,提出新的科学问题,发现新现象和新规律、发明新理论和新方法,开拓前人未踏足的新疆土。因此,寻找、选择、提出和形成恰当的、真正重要的科学问题,是科研创新过程的首要一步。

诚然,无论是面向已知的科学难题,还是研究新的科学问题,都有较大风险和挑战性。许多人往往顾虑重重,担心一旦失败就会一无所获。投身这类研究的确需要更大的勇气、更强的综合素质、更坚韧不拔的毅力。

对于面向著名难题的工作,虽然在短期内难有重大突破,但一旦有实质性进展或得到有意义的“副产品”,都是了不起的成果,并被同行较快认可,这远胜于在无足轻重问题上的“巨大”进展。

对于提出新问题或开启新方向性的工作,被认可的过程往往较长,因为任何新生事物都有一个发展、完善和被接受的过程。科学体系是一个复杂适应系统,它是开放的,但也是保守的,否则无法保证这一体系的可靠性。因此,对于科学创新工作,特别是改变传统观念或研究范式的创新,被冷落或受质疑,甚至遭受打击等,在古今中外都不是孤例,这也完全可以看作是科学发展中的一条规律。这就需要我们以更坚定的信心、更强大的毅力、更坦然的心态和更长远的目光来对待。(作者为中国科学院院士,本报记者詹媛采访整理)

### 视点



美国弗吉尼亚的发明家彼得·金茨伯格推出一款斜躺式三轮自行车,采用类似炮弹的外观设计,外表光滑呈流线形。车身由玻璃纤维和泡沫塑料构成,既可作为骑行者遮风避雨,发生碰撞事故时也能起到一定程度的保护作用。 CFP

### 科技史话

## 重回“草木染”

□ 徐津津

服装质量不合格,一个重要的原因就是化学染料的过度使用。在这种情况下,“草木染”又重新回到设计师的视线中。

在新石器时代,我们的祖先就开始使用天然植物染料给纺织物进行染色,称为“草木染”。周代就已经有了专门管理植物染料的官职“掌染草”。植物染料取材便易,成本较低,染色方法简单,因而取代了矿物颜料和动物染料成为中国最常用的织物染料,延续数千年。

古人用于织物染色的植物染料种类繁多,仅见于文献记载的就有几十种:茜草、红花、苏木、栀子、槐米、黄连、黄芩、郁金、蓝草、紫草等。一草一木,皆可成色。这些草木多为中药材,不仅是古人健康的好帮手,也让五彩斑斓的服饰色彩充实着先人们的诗意生活。天青、茶褐、藕色、月白、秋香、银红……这些灵动的色相见证了草木染曾经的辉煌。

草木染,无需复杂的工序与设备,寻常百姓家即可尝试。你能想到的、你想不到的,都可用来染色——茶染、莲子壳染、红花染、槐花染……中国古人的草木染有着水墨画般的意境与随性。最简单的染色方法是直接染色:烧一锅热水,将植物染料丢入,等个一两小时,过滤掉燃料留下染液,浸入布料后再煮一段时间,便可得到鲜艳的色彩。

一种植物染料并不是只能染出一种颜色。通过改变染色方法,可以得到许多种不同的色相。直接染色、媒染、复染,套

染……这些染色工艺会使织物发生神奇的色彩改变,每一次的成功都让我们惊讶于古人的创造力。明代的《天工开物》中详细记载了红花染的方法,改变红花的用量,可以得到大红、银红、桃红、水红、木红五个色相。常用的媒染剂主要有明矾、绿矾、胆矾等,这显著提高了染料的上染率。两种不同的染料套染也能得到新的色相,例如靛蓝和苏木“套染”就能出来葡萄青色。记载草木染的古籍亦有不少,《天工开物》、《多能鄙事》、《齐民要术》、《物理小识》,我们可以通过这些文字去感受草木染的点点滴滴。

清末,欧洲的合成染料进入中国,随着其使用和普及,传承数千年的传统植物染料染色工艺日趋衰落,除部分少数民族地区保留较为完整外,大部分染色技术逐渐式微,直至消失。

目前,植物染料染色正受到各方关注,许多学者正在研究植物染料的提取和染色新方法,解决植物染料色牢度等问题。国家文物局的指南针计划“中国古代植物染色技术研究和科学标本库建设”也聚焦植物染料的系统研究及科普工作。

草木染取法自然,染出的织物色泽虽不及化学染料艳丽丰富,但胜在典雅柔和,既有自然的灵动之美。同时,与化学染料相比,植物染料无毒、无害、环境友好,生物降解性良好。

(作者单位:中国科学技术大学科技史与科技考古系)

## 会方言的抹香鲸

加拿大科学家的最新研究显示,通过学习,抹香鲸的不同群体会发展出不同的方言。这表明,在人类社会之外也会出现这一研究。这一研究发表在本周出版的《自然-通讯》上。

以前有研究显示,和人类社会一样,抹香鲸也生活在多层结构的群体当中,以家庭为单位的个体聚集在一起形成大家族。每个抹香鲸大家族都能发出不同的“咔嚓”声,通过分辨这种声音的相似程度,人们可以区分不同的抹香鲸家族。但科学家们一直不清楚,在海洋中,不同的抹香鲸群体之间并没有物理隔离,那么为什么会存在不同的家族?

加拿大戴尔蒙斯大学和他的研究团队研究了加拉帕戈斯群岛附近生活的抹香鲸,提取了这些抹香鲸家族18年中的社会互动和发声情况的数据记录,力求解开这个谜题。结果显示,最有可能形成不同家族的原因,是抹香鲸会学习那些和它们行为类似的同伴的发声方式。而这种不同群体中的信息流,可能有助于保持家族内的凝聚力。

(晓波)



CFP