



刘静,清华大学医学院教授,中国科学院理化技术研究所特聘研究员,威廉·伯格奖获得者,长期致力于工程热物理与液态金属、医疗健康、电子信息及能源技术领域的交叉问题研究,并取得系列开创性成果,相应工作在学术界和工业界有着深远的影响。

刘静:液态金属将是变革未来机器人的核心引擎

2015年10月12日,以“未来机器人:展望与科学挑战”为主题的“双清论坛”在哈尔滨举行,此次会议由国家自然科学基金委员会主办,哈尔滨工业大学机器人技术与系统国家重点实验室承办。刘静的本行虽然不在机器人领域,但因为他在液态金属机器方面的研究成果而受邀参加此次论坛。他的报告“液态金属可变形柔性智能机器及其异力学效应”引起了与会专家的热烈讨论,研究机器人的专家们认为“液态金属机器”将是未来机器人的发展方向之一。

液态金属为研制柔性可变形智能机器人打开了全新视野和观念,其可在各种形态之间发生转换的现象,打开了柔性机器人的新时代。可用作柔性机器人的传感器,搭配柔性可穿戴机器人多自由度、无刚性结构,从而实现了与生物机体运动的高度契合,也因其具有较高的顺应性以及低熔点金属的液-固相转换机制,在人工肌肉和骨骼方面有很好的应用。也许因为液态金属的介入,未来的机器人不再是冰冷、刚性的躯体,电影《终结者2》中的T-1000有可能得以实现。

人类关于“T-1000”的科学幻想真的有可能变为现实吗?液态金属特殊

性质的发现会给机器人研究领域带来怎样的变革?带着对液态金属机器人的好奇,《科技导报》专访了清华大学医学院教授、中国科学院理化技术研究所特聘研究员刘静。

可分身、变形、自主运动的液态金属机器

液态金属这个几乎被全世界遗忘的领域,刘静最初是在2001年前后开始思考将其用于解决计算机芯片冷却的问题。十多年来,从概念、发生机制到应用一路研究走来,取得了众多突破性成果,走在了世界前列。作为国际室温液态金属领域的先行者和拓荒者,刘静带领团队先后开辟出多个重大科技前沿和应用领域,如:液态金属芯片冷却与能量捕获、液态金属印刷电子学与室温3D金属打印、液态金属生物材料与液态金属柔性智能机器学等,走出了一条完全不同于前人的创新之路,形成了全面技术突破。而对于液态金属所特有的属性,是近年来该团队重点研究的重点。

“液态金属因为呈液态,在实验室操作时很难控制,很多情况下实验会失败,但是往往又会有一些新的现象被发

现”。当被问及如何发现液态金属的变形现象时,刘静抑制不住当时取得突破时的兴奋,解释道“安排学生做神经连接实验,用电极刺激神经时,结果发生偏差,当电极触碰到液态金属时,原本静止的液态金属发生了奇妙的自旋现象,这让我仔细思索并设计了液态金属在不同形态之间发生转换的系列基础性电控实验,之后的大量探索证明果然如此”。类似的情形还有不少,往往就是一个实验的偏离,却因此发现了镓基液态合金的不可思议的变形特性。

循着这一蛛丝马迹开始深入研究,刘静继而发现了液态金属还具有一系列的“分身”和“自组装”能力。当两个运动中的液态金属碰到一起的时候,它们会合为一体;而将一个较大的“液态金属”撕裂分开,它们就会相伴而行;如此种种。这些工作在国际上引发广泛热议,随后更是发现了轰动全球的液态金属机器自驱动机制。

能“吃”会“跑”的运动机制

液态金属“吞食”食物,可自主运行的机制在于,液态金属将铝腐蚀,剥掉了一部分铝表面的氧化铝层,露出了未被氧化的铝。于是,浸在低浓度氢氧化



钠、盐酸乃至中性生理盐水等电解溶液中的镓铟合金和铝,就在镓铟合金里产生了内生电场。

反应改变了液态金属的表面张力,从而成为推动金属珠前进的主要动力。同时电化学反应产生的氢气,形成了微小的气泡,成为金属珠移动的辅助动力。

吞食运动的过程,不同于人们所熟知的化学反应:当两种物质发生化学反应时,通常会生成其他的物质,导致原来的物质消失。但被置于电解液中的液态合金,只需要一点点铝箔,就可以跑动很长时间,而且自身基本不会发生什么变化。就这个表现来看,“食”铝的液态金属更像进餐后的动物,可以进行不同的动作,但不会引起自身的改变。

液态金属:通向高级机器人的变革性材料

系列液态金属机器形态的发现,让刘静开始反思机器人的发展。“目前很多机器人还停留在刚体机器阶段,严格意义上来讲还不能称之为机器人,仅仅是机器加程序控制,机器人的发展还是应该朝着更高智能、更灵活、更复杂的工作方式发展”。

他认为,生物自然是最高智能的,而生物最基本的特征就是软体。自然界的软体生物随处可见,但是用人工的方法却很难制造出一个软体生物。“T-1000就是软体的,虽然它的很多功能,现在液态金属实验都可以得以实现,比如从桌面上一滩液体站立起来已经实现,但整个液态金属机器人架构仍然停留在科幻电影中的构想中,距离现实还很遥远,不过我相信,突破口已开启,只要坚持,总会实现”。

目前的机器人制造还主要依靠传统材料,它们体型较为庞大,行动不够灵活,因此,材料学的革新将成为机器人发展的重要突破。

液态金属可在各种形态之间发生转换的现象,改变了人们对传统材料、流体力学及刚体机器的认识,预示着柔

性机器人时代的到来。液态金属传感器摆脱了传统刚性传感器的限制,可搭配柔性可穿戴机器人多自由度、无刚性结构,从而实现与生物机体运动的高度契合。采用空间架构的电极控制,有望将这种具有“生命”特性的智能液态金属单元扩展到三维,组装出具有特殊造型和编程能力的仿生物或人形机器人。采用直接印刷式液态金属电极制造人工肌肉,可以确保较高的顺应性,变形率高达300%,显著优于采用传统刚性金属电极包括纳米导电银浆电极的情形,而低熔点金属的液-固相转换机制使得液态金属人体外骨骼技术成为可能。

刘静说:“液态金属在机器人研究领域的角色将完全改变,不仅仅作为导线、执行器、电极系统,还可以作为神经、肌肉、骨骼等,当然它也不是独立存在的,而是跟其他材料交相呼应和协同作用”。

机器人专家:液态金属将是发展未来机器人的重点方向之一

刘静说液态金属可变形柔性智能机器,对于机器人领域来说,是一个全新的概念,它的发现会引发机器人材料的变革。那么,机器人行业的专家如何看待它的呢?记者带着这个问题对同期参加“未来机器人:展望与科学挑战”双清论坛的专家进行了采访。

清华大学教授刘辛军表示:“机器人有2个重要的特征,一是形态,即什么结构;二是功能,即能完成什么应用任务。在形态上创新,即要有区别于其他机器人的形态;在功能上创新,就要能完成现有机器人完成不了的任务功能。刘静教授的液态金属机器人,已经具有区别于其他机器人的形态,我们期待将来他们在功能上有重大创新。液态金属机器人是很前沿的课题,也是未来机器人发展的一个思路和可期前景,希望刘静教授能够沿着这个方向坚持继续做下去,肯定会创造出贴有中国自己标签的机器人”。

中国科学院深圳先进技术研究院研究人员吴新宇和王灿表示:“液态金属机器人是未来机器人重点发展方向之一,尤其在我们研发的柔性外骨骼机器人方向有很重要的应用价值。柔性外骨骼机器人在国外目前被视为穿戴式机器人最可能的发展方向之一,美国已经在2014年开始启动一个多个前沿课题组合作、投入很大、周期很长的一个研究计划,主要想开发适合士兵穿戴的柔性机器人。目前以哈佛大学为主的研究组主要采用柔性面料和特制的传感、驱动部件混合在一起,使得贴身、轻便、难以察觉。液态金属如果能做到液态-固态转化快速、柔变刚与刚变柔一般环境下可控,配合特别的能量系统,会给穿戴式机器人领域带来一场革命,但是应该还有很长的路要走”。

期待第二次“生命大爆发”

液态金属这些让人匪夷所思的特性,像极了自然界最低等的软体动物,众多国际、国内媒体也将它比喻为“动物”。

而对于液态金属“生命”这项研究来讲,刘静给它的最恰当的比喻莫过于“生命大爆发”的“前奏”。“我们找到一副描绘‘寒武纪生命大爆发’情景的图片,与刊登我们文章的《先进材料》封面反映的内涵几乎如出一辙,或许预示着液态金属机器人的某种开端”,刘静说,“寒武纪生命大爆发被认为是现代动物分类体系的起点,在那个时期,所有无脊椎动物的祖先几乎同时出现,从而逐渐发展到现代的动物模式。”而在刘静的实验室里,制备有若干种不同尺寸、不同配方制成的液态金属“软体动物”,作为将来组成机器人的“生命”,蠢蠢欲动,伺机等待着第二次“生命大爆发”。

刘静对于液态金属将来在智能机器领域的突破,充满了信心。他说,随着研究工作的进一步深入,液态金属柔性机器人的实现与应用指日可待。

文/刘志远

作者单位:《科技导报》编辑部。

(责任编辑 李娜)