

《终结者》里液体机器人离我们还有多远?

在液态金属研究上,我国处于领跑者地位,这种金属有望在电子信息、先进制造、柔性机器人、生物医疗健康等领域带来颠覆性变革

液态金属,在普通人看来,它可能是体温计中流动的水银,是高温锅炉中沸腾的铁水。可在科学家眼中,它是流动的软体生命,是连接人体神经的桥梁,是未来机器人变革的核心材料……不久前,我国

液态金属蕴含着丰富的物理图景

液态金属,从字面上理解,就是保持液体状态的金属。如镓锡合金,是常温常压下保持液态的一类合金。液态金属具有良好的导电性,蕴含着丰富的物理图景。

那么,液态金属与计算变革又有啥关系?这得从计算机的原理谈起。

以晶体管为代表的半导体元件是现代计算机的基本逻辑单元。其原理是,通过控制晶体管电压的高低,决定一个数据是“1”还是“0”,这一经典逻辑运算模式就是二进制。在此基础上,人们构建“加减乘除”等运算单元,发展出可编程的芯片,计算机得以走进你我生活。

目前,芯片生产进入集成电路时代。通常,单位芯片上集成的晶体管数目越多,计算性能越好。科学界和产业界不断缩小晶体管的尺寸,提升单位面积的集成量。过去40多年,半导体芯片一直遵守着“摩尔定律”,即每隔18个月集成度翻一倍,性能提升一倍,产品价格降低一半。这保证了我们享受更

一个科研小组在国际上率先将液态金属与量子器件及计算技术联系起来。更快更智能的计算,一直是人类追求的目标。液态金属是否预示着一场新的计算革命的到来?

低价更快速的计算体验。

不过,计算机专家预计,随着晶体管逐渐走向物理极限,“摩尔定律”必定失效,计算机“进化”将遇到瓶颈。

当前,14纳米的芯片已经量产,这一尺度相当于头发丝的七千分之一,这已经十分考验制作工艺了。未来的改进空间正逐渐缩小。

此外,现代计算机遵循冯·诺依曼基本体系,该体系的硬件系统即由运算器、存储器、控制器、输入设备、输出设备五大部件组成。这一体系助推了过去几十年计算机的高速发展,但它要求数据存储在内存、并依赖内存进行运算的思想,使得计算机的发展受到芯片的制约。

一方面是传统计算机可以预见的发展瓶颈,另一方面是物联网、大数据、人工智能带来的对计算升级的需求。为了提升信息处理能力,研究人员或者发展多核芯片,或者探索有别于冯·诺依曼体系的架构,或超越经典物理世界开发新一代计算机,量子计算机就是后者的代表。

液态金属让柔性计算系统成为可能

液态金属以其独特性能进入科学家的视野中。

不同于一般的导电介质,液态金属在不同的环境下导电性也有差异。这一看上去微不足道的变化,在科学家眼中则有重大价值。

中科院理化所、清华大学双聘教授刘静是我国液态金属研究的领军人物,他和团队惊奇地发现,温度不同、氧化程度不同以及磁场强度环境不同,液态金属的导电性会呈现出极大的差异。因此,就像通过对晶体管电压的控制来构建运算基础一样,科学家可以通过改变外界的环境,借助对液态金属状态的控制,并以它在不同状态下的导电差异作为可控的逻辑计算单元。

“比如,借助温度调控装置,改变液态金属所处的环境温度,使其在固液两种状态之间切换。因为固态和液态形态下电阻值不同,我们就可以把它理解为‘0’和‘1’的状态,比如把固态状态定为‘1’,液态状态则为‘0’。”刘静说,以此为基础就能构建基于液态金属的记忆与逻辑单元,甚至计算系统。

正因为这种特性,使液态金属可以成为计算的核心逻辑单元,从而带来革新传统计算机的可能性。刘静说,不同于传统的电子计算机,从宏观到纳米尺度的金属液滴,可以通过多种物理场效应,在液体环境下组装出逻辑器件并对其进行编程。

传统计算机以顺序执行指令的方式运行,液态金属构建的计算机,由于能通过多种方式同时进行编程,一次可同时执行多个指令,具有高度并行性的特点,因此运算速度上可能更快。液态金属也具有更好的散热性

能,发热量更小。此外,液态金属还兼具流体的柔性、可任意变形的特征,能够制作柔性的液体电子乃至半导体单元。

正如物理学家与计算机专家的预测,量子计算可能是新一代计算机的重要形式。液态金属如何给量子计算机发展添薪加火?

与传统计算机不同,量子计算机利用量子叠加和量子纠缠来实现逻辑运算。量子计算机的运算模式,决定了量子算法的上限和潜力远高于经典算法。不过,刘静认为,在核心的器件和物理实现方法上,当前量子计算机和传统计算机一样,都由固体的器件组成。比如,量子计算机的一种核心逻辑单元——超导隧道效应器件的结构一般由中间层和两侧构成,中间层是一块绝缘的薄层,两侧为导电介质电极。

“理论上说,由于这些结构是固体的,形状无法变形、分割,一旦制备出来,一般只能按其特定结构实现对应功能,应用可能受到限制。”刘静说。

如果器件全部是液态将会怎样?刘静团队为此提出了一种全液态量子器件和制备方法,发现由于液体的柔性和可变形性,表面易于达到原子级别的完美光滑度。同时全液态量子器件的中间液层的厚度可以通过力场、电场、磁场等多种物理场来调控,液膜间隙可达到极小尺度甚至完全消失,满足实现量子计算机运行对尺度的要求。如此,整个系统要实现高度的灵活性、智能性和可控性就成为可能。刘静认为,基于液态金属的计算机架构,可能预示着下一代计算机的雏形。

在液态金属研究上,我国处于领跑者地位

液态金属被称为人类利用金属的第二次革命。当前基于液态金属的重大变革性应用不少仍是畅想,但它拓宽了人类认知世界的边界。

液态金属与计算和智能的神奇联系并非灵光闪现,而是基于科学家多年的持续研究。随着对液态金属机理认识走向深入,科研人员探索出了诸多应用方向。

2013年,刘静团队把液态金属做成打印“墨水”,首次在纸上直接生成电子电路。一年后,研发出世界首台室温液态金属打印机,为个性化定制化电路生产提供了解决方案。

2014年6月,针对断裂神经修复难题,刘静团队利用液态金属成功“搭桥”,建立信号通路,为人体神经功能修复重建提供了可能,打开了它在生物医学领域的前景。

看过电影《终结者》的观众,一定对影片中可以任意改变外形、迅速恢复的机器人印象深刻。2015年3月,刘静带领研究小组,首次研发出自主运动的可变形液态金属机器。

2016年,液态金属机器人向前进化,能做出更复杂的运动。刘静团队发现,液态金属不仅能“吃”,还能跑、会跳,甚至载物前行。“当前全球先进机器人研发竞争激烈,液态金属打开了机器人的想象空间,有望成

为机器人变革的重要引擎。”

当然,液态金属离成为真正的“终结者”还很遥远。“以自然界生物进化的观点看,现在相当于培育出了细胞,要使之成为完整的仿生物体柔性机器人,还需要生长出肌肉、神经、骨骼等组织。”刘静表示。

在液态金属研究上,我国处于领跑者地位,是中国向世界输出原创科研成果的代表。近些年,液态金属研究从冷门逐渐成为国际上备受瞩目的重大科技热点。

“我国对液态金属研究积累较深,国际上不少机构是在我们所开辟的方向上做研究,但一项重大的突破就可能改变既有的格局。一些发达国家实验室凭借在学术话语上的强势地位,也可能影响科学界的判断,我们需要不断用有分量的成果说话。”刘静说。

“一类材料,一个时代。”刘静认为,液态金属作为一类特殊功能材料,已展示出引领和开拓重大科技前沿的特质,有望在电子信息、先进制造、柔性机器人、生物医疗健康等领域带来颠覆性变革,并催生出一系列战略性新兴产业。“我希望国内外更多的优秀团队参与进来,共同应对液态金属研究面临的重大挑战。”

据人民网



液态金属在溶液中活动的模拟图。中科院理化所供图