

开发一款具有磁性和机电特性的智能材料 4D 打印机

马德里卡洛斯三世大学（UC3M）的科研人员开发了一款应用于生物医学的4D打印机的软件和硬件。除了3D打印外，该机器还允许控制一个额外的功能：对材料的响应进行编程，使其在施加磁场时可以改变形状，或在变形时改变其电学性质。这为传递信号到不同细胞系统的软体机器人、智能传感器、基底以及其他应用的设计打开了大门。

这一系列研究的重点是开发由可模仿大脑或皮肤等生物组织机械性能材料组成的多功能软体结构，此外，该结构能够在面对外部刺激（例如磁场或电流）时改变其形状或特性。

迄今为止，该研究团队在这些材料的设计和制造方面已经取得了各种进展，但在智能响应的形状和编程方面却非常有限。研究团队在最近一期的期刊《先进材料技术》（Advanced Materials Technologies）发表了最新研究成果，展示了通过开发一种新的4D打印技术开辟新的可能性。该研究负责人、UC3M连续介质力学和结构理论系教师，ERC 4D-BIOMAP 项目（GA 947723）负责人Daniel García González解释：“这种技术不仅让我们能够控制三维结构中打印的形状，还让我们能够在外部磁场的作用下改变其属性或几何形状，或在变形时修改其电学性质的能力。”

由于材料在打印过程中要经历从液态到固态的转变，这种打印技术非常复杂。因此，需要了解其动力学调整打印过程，以便在流经打印机喷嘴时获得足够的液体材料；但同时又需要材料足够坚固，以便保持特定的形状。为此，研究团队开发了一种结合理论和实验的跨学科方法，能从零开始构建打印设备：包括设备的物理部分（硬件）和控制设备的计算机程序（软件）。

自修复材料

研究人员还在最近一期期刊《复合材料第B部分：工程》（Composites Part B: Engineering）上发表了另一篇文章，介绍了一种新的，能够自主修复而无需外部干预的材料概念。Daniel García González表示：“这种材料由一个软聚合物基体组成，其中包含具有剩磁场的磁性颗粒。实际上，就像在材料中分布了小磁铁一样，因此，如果材料断裂，当所得部件再次聚集在一起时，它们将再次结合，恢复其结构完整性。”

通过这些已经取得多项注册专利的研究进展，研究人员已经能够打印三种功能性材料：暴露于外部磁场时会改变其形状和特性的材料；具有自主修复能力的材料；以及根据其形状或变形而变化其电性（导电性）的材料。利用第一种材料，研究团队开发了可以将力与信号传递到细胞系统的智能基板，从而影响细胞增殖或迁移等生物过程。此外，这些材料还可用于设计性能可由磁场控制的软体机器人。

这种具有自我修复能力且导电特性随变形而变化的材料的组合，为传感器的开发开辟了广阔的可能性。“我们可以考虑将身体与传感器连接，通过电导率的变化收集关于我们的运动信息。此外，材料的自我修复能力使传感器具有二进制信号的特性：如果我们膝盖受伤并需要将旋转限制在最大值，我们可以在关节上添加一小块这种材料。当我们旋转膝盖超过最大角度时，材料会断裂并显示其电性质的突变，从而发出警告信号；但当膝盖恢复到放松状态时，材料的自我修复能力又会恢复电信号。通过这种方式，我们可以在术后康复期间监测运动恢复情况并对风险状况发出警告提示。”Daniel García González解释说明。

MEDIOS DE COMUNICACIÓN

参考书目:

论文: 《计算引导的 DIW 技术——实现具有不断变化流变特性油墨的稳定印刷》

Computationally Guided DIW Technology to Enable Robust Printing of Inks with Evolving Rheological Properties.

期刊《先进材料技术》

作者: Lopez-Donaire, M.L. Aranda-Izuzquiza, G. Garzon-Hernandez, S. Crespo-Miguel, J. Fernández-de la Torre, M.; Velasco, D. Garcia-Gonzalez, D. (2023)

<https://doi.org/10.1002/admt.202370012>

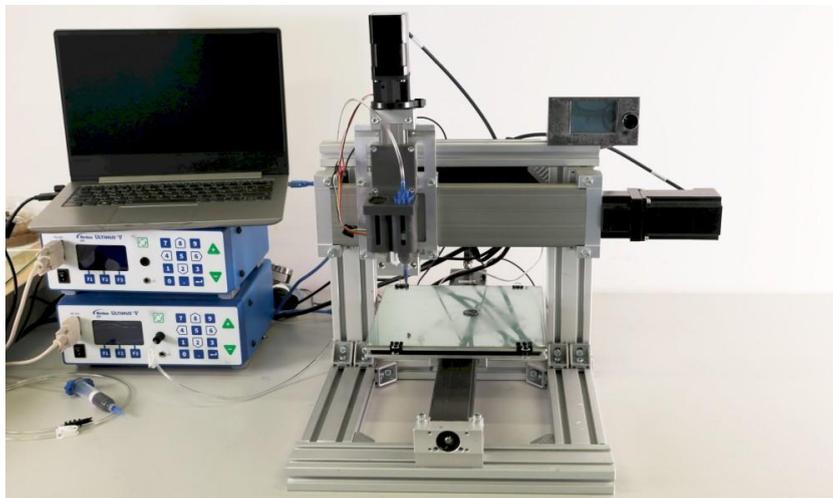
论文: 《硬磁现象使自主自愈弹性体成为可能》

Hard-magnetic phenomena enable autonomous self-healing elastomers

期刊《复合材料 B 部分: 工程》第 248 卷, 110357。

作者: Garcia-Gonzalez, D. Ter-Yesayants, T., Moreno-Mateos, M.A., Lopez-Donaire, M.L. (2023)。

<https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2022.110357>



图示: 新型智能打印机可通过不断调整挤出参数来制造多功能柔软材料。结合实验和计算方法, 打印出具有模拟生物组织特性的导电和磁活性材料。