

# 什么是微电子学？

微电子设备（如电脑和手机中的微型芯片）处理和存储信息，它们对我们的生活至关重要。它们对于企业运营、帮助追踪疾病传播、通过电网向家庭供电以及开展科学研究以应对气候危机等重大挑战都至关重要。

晶体管发明于20世纪40年代，是所有微电子设备的基石。晶体管几乎可以瞬间开关电流。这一特性使得用来指示计算机做什么的“1”和“0”成为可能。

由于晶体管越来越小，加上其他方面的改进，曾经占据建筑物整个房间的计算机现在可以装在笔记本电脑甚至智能手表中。单位计算成本也大幅下降。

然而，各行各业都迫切需要能够以前所未有的速度收集和分析大量数据的新型微电子技术。但是，能够实现这种新型微电子技术的科学技术目前并不存在。挑战之一是当今超级计算机的晶体管尺寸已从百万分之一米缩小到十亿分之一米，接近原子大小。在寻求根本性



改进的过程中，研究人员必须寻找实现微型化的其他途径和超越现有计算机结构类型的解决方案。

除了更快的数据处理速度，研究人员还需要解决两个大问题。首先，计算机、数据中心和网络中的微电子耗电量约占全球总耗电量的10%，而且这一数字还在不断增长。一台超级计算机所需的电力足以为

近万户家庭供电。其次，制造尖端微电子技术涉及许多不同的材料。其中一些材料的短缺可能会导致供应链中断，从而损害经济。

为解决这些问题，研究人员正在探索微电子学和计算架构的新方法，这些方法速度更快、能效更高，而且包含的关键材料更少。例如，最高效的信息处理器是人脑。因此，

科学家们正在寻求开发模仿大脑的微电子和计算机架构。此外，还在开发环保型微电子制造工艺。

微电子学也是计算机、智能手机、自动驾驶汽车等背后的技术。超小型电子元件在所有智能电子设备中处理信息。今天，它们以手机、电脑、智能电视、全球定位系统等形式影响着我们的生活。越来越强大的微电子技术对科学研究的进步至关重要。

微电子学进入了一个新阶段，部分原因是人工智能（AI）的进步。自动驾驶汽车已经进入市场。可以诊断潜在健康问题的类似皮肤的人工智能材料即将问世。

但微电子学正处于十字路口。如果没有彻底的新技术，用于所有微电子器件的总能量将很快达到惊人的数量。

科学家正在探索新的材料和设备的途径，考虑到这些设备的使用，为21世纪带来更节能和环保的微电子产品。（航柯）



# 人工智能间可实现对话

仅凭口头或书面指令就能完成一项新任务，然后向他人描述，让他们也能复制这项任务，这是人类交流的基石，但人工智能（AI）仍无法完成这种交流。日内瓦大学（UNIGE）的一个研究小组成功地模拟出了一个能够实现这种认知能力的人工智能神经网络。在完成一系列基本任务后，该人工智能能够向一个“姊妹”人工智能提供语言描述，而后者也能完成这些任务。《自然-神经科学》（Nature Neuroscience）杂志发表了这些令人鼓舞的成果，尤其是对机器人技术而言。

未经事先训练，仅凭口头或书面指令就能完成一项新任务，这是人类独有的能力。更重要的是，一旦我们学会了这项任务，我们就能将其描述出来，让其他人也能复制。这种双重能力使我们区别于其他物种，后者要学习一项新任务，需要无数次试验，并伴随着积极或消极的强化信号，但却无法将其传达给同类。

人工智能（AI）的一个分支领域——自然语言处理——试图重现人类的这种能力，让机器能够理解声音或文字数据并做出反应。这项技术以人工神经网络为基础，其灵感来源于我们的生物神经元以及它们在大脑中相互传递电信号的方式。

然而，人们对实现上述认知功能的神经计算仍然知之甚少。目前，使用人工智能的对话代理能够整合语言信息，生成文字或图像。

基础神经科学教授亚历山大·普热（Alexandre Pouget）解释说：“但是，它们还无法将口头或书面指令转化为感知运动动作，更无法向另一个人工智能解释指令，使其能够复制指令。”

## 大脑模型

研究团队成功地开发出了具有这种双重能力的人工神经元模型，尽管需要事先进行训练。他们从现有的人工神经

元模型 S-Bert 开始，它拥有 3 亿个神经元，经过预先训练，可以理解语言。

“我们把它‘连接’到了另一个由几千个神经元组成的更简单的网络上。”该研究的第一作者、联合国大学医学院基础神经科学系博士生雷达尔·里夫兰（Reidar Riveland）解释说。

在实验的第一阶段，神经科学家训练这个网络模拟布罗卡区，这是我们大脑中能够感知和解释语言的部分。

第二阶段，训练该网络重现布洛卡区，在布罗卡区的影响下，布洛卡区（布洛卡区为语言的运动中枢，主要功能是编制发音程序）负责产生和表达单词。整个过程在传统的笔记本电脑上进行。然后将英语书面指令传输给人工智能。

例如：指向感知刺激物的位置——左侧或右侧；向刺激物的相反方向做出反应；或者更复杂测试，在对比例略有差异的两个视觉刺激物之间，显示更亮的那个。

科学家们随后对模型的结果进行了评估，该模型模拟了移动的意图，在本例中则是指点。

一旦学会了这些任务，该网络就能向第二个网络（第一个网络的副本）描述这些任务，这样它就能再现这些任务。

“据我们所知，这是两个人工智能首次能够以纯语言的方式进行对话。”领导这项研究的普热说。

## 未来的人形机器人

这一模型为理解语言与行为之间的互动开辟了新天地。它在机器人领域尤其具有前景，因为在该领域，开发能让机器间对话的技术是一个关键问题。研究者开发的网络非常小。两位研究人员总结说：“现在没有什么能阻碍我们在此基础上开发更复杂的网络，这些网络将被集成到人形机器人中，不仅能理解我们，还能相互理解。”（航柯）

# 塑料革命：更环保的生物基聚酰胺塑料

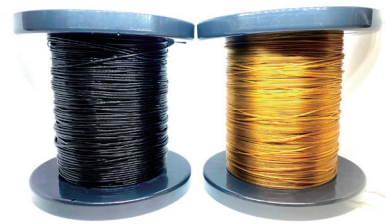
在当今快节奏的工业社会中，寻找环保材料比以往任何时候都更为迫切。塑料是日常生活中常见的一部分，但却带来了重大的环境问题，这主要是由于塑料来源于化石燃料，而且处理起来很麻烦。

现在，洛桑联邦理工学院杰里米·卢特巴赫（Jeremy Luterbacher）团队领导的一项研究揭示了一种利用可再生资源生产高性能塑料的开创性方法。这项发表在《自然-可持续性》（Nature Sustainability）杂志上的研究介绍了一种利用从农业废弃物中提取的糖核生聚酰胺的新方法，聚酰胺是一类以强度和耐久性著称的塑料，其中最著名的是尼龙。

这种新方法利用了一种可再生资源，而且实现这种转化的效率很高，对环境的影响最小。

卢特巴赫说：“典型的化石基塑料需要芳香族基团来增加塑料的刚性，从而使塑料具有硬度、强度

和耐高温等性能。在我们的研究中得到了类似的结果，但使用的是糖结构，这种结构在自然界中无处不在，而且通常完全无毒，可以提供刚性和强度特性。”



挤压后的染色聚酰胺纤维和天然聚酰胺纤维。

该研究的第一作者洛伦茨·曼克（Lorenz Manker）和他的同事们开发了一种无催化剂工艺，可将木糖二甲基乙二酸酯（一种直接从木材或玉米棒等生物质中提取的稳定碳水化合物）转化为高质量的聚酰胺。该工艺的原子效率高达

97%，令人印象深刻，这意味着几乎所有的原始材料都被用于最终产品，从而大大减少了浪费。

生物基聚酰胺的性能可与化石基聚酰胺媲美，为各种应用提供了一种前景广阔的替代材料。更重要的是，这些材料在多次机械循环中表现出显著的弹性，保持了其完整性和性能，这对于管理可持续材料的生命周期来说是一个至关重要的因素。

这些创新聚酰胺的潜在应用领域非常广泛，从汽车零件到消费品，所有这些都显著减少碳足迹。研究小组的技术经济分析和生命周期评估表明，与包括尼龙（如尼龙66）在内的传统聚酰胺相比，这些材料的价格具有竞争力。

该研究项目得到了瑞士国家科学基金会（SNSF）、NCCR Catalysis、Marie Skłodowska-Curie 基金、洛桑联邦理工学院、工业战略挑战基金（ISCF）智能可

持续塑料包装、可持续材料创新中心的资助。

目前，洛桑联邦理工学院的衍生公司布鲁姆生物可再生能源公司正在扩大这些材料的生产规模，努力将其推向市场。（逸文）



聚酰胺具有韧性和柔韧性，可以扭转和编织而不会断裂。

# 机器人掌握语言 开启自动化的开放世界

通过将二维图像与基础模型相结合以建立三维特征场，麻省理工学院的一种新方法可以帮助机器人通过开放式语言提示来理解和操作附近的物体。

受人类处理陌生物品能力的启发，麻省理工学院计算机科学与人工智能实验室（CSAIL）的一个研究小组设计出了机器人操纵特征场（F3RM），该系统将二维图像与基础模型特征融合到三维场景中，帮助机器人识别和抓取附近的物体。F3RM 可以解释来自人类的开放式语言提示，这使得该方法在包含成千上万物品的真实世界环境（如仓库和家庭）中大有用武之地。

## 机器人的适应性和任务通用性

F3RM 为机器人提供了使用自然语言解释开放式文本提示的能力，帮助机器人操作物体。因此，机器可以理解人类提出的不太具体的要求，但仍能完成所需的任务。例如，如果用户要求机器人“拿起一个高脚杯”，机器人就能找到并拿起最符合这一描述的物品。

美国国家科学基金会人工智能与基础交互研究所（National Science Foundation AI Institute for Artificial Intelligence and Fundamental Interactions）

麻省理工学院的 CSAIL 推出了 F3RM 机器人系统，该系统结合了视觉和语言特征，使机器人能够按照开放式指令抓取物体。这项创新支持从少量示例中归纳出任务，可显著提高仓库的效率，并扩展到包括家政服务在内的各种实际应用中。

和麻省理工学院 CSAIL 的博士后 Ge Yang 说：“制造能够在现实世界中真正实现泛化的机器人是非常困难的。我们真的很想知道如何做到这一点，所以在这个项目中，我们试图推动一个积极的泛化水平，从三四个物体到我们在麻省理工学院斯塔塔中心找到的任何东西。我们想学习如何让机器人像我们自己一样灵活，因为我们可以抓住和放置物体，即使我们以前从未见过它们。”

## 通过观察了解“什么在哪里”

这种方法可以帮助机器人在存在杂乱和不可预测性的大型仓储中心拣选物品。在这些仓库中，机器人通常会收到一份库存描述，要求它们进行识别。无论包装如何变化，机器人都必须将提供的文字与物品相匹配，以便正确发送客户的订单。

例如，大型在线零售商的履约中心可能包含数百万件商品，其中许多

是机器人从未接触过的。要在这样的规模下运行，机器人需要了解不同物品的几何形状和语义，其中一些物品还位于狭小的空间内。有了 F3RM 先进的空间和语义感知能力，机器人就能更有效地定位物品，将其放入垃圾箱，然后送去包装。最终，这将帮助工厂工人更高效地运送客户的订单。

“F3RM 常常让人感到惊讶的一点是，同样的系统也能在房间和建筑规模上工作，并可用于构建机器人学习和大型地图的模拟环境。”Yang 说，“但在进一步扩大这项工作之前，我们首先要让这个系统真正快速运转起来。这样，我们就可以将这种类型的表示法用于更动态的机器人控制任务，希望是实时的，这样处理更动态任务的机器人就可以用它来进行感知。”

## 跨环境应用

麻省理工学院团队指出，F3RM 理解不同场景的能力可以使其在城市

和家庭环境中发挥作用。例如，这种方法可以帮助个性化机器人识别和拾取特定物品。该系统帮助机器人从物理和感知两方面把握周围环境。

“视觉感知被定义为‘通过观察知道什么在哪里’的问题，”资深作者、麻省理工学院电气工程与计算机科学副教授兼 CSAIL 首席研究员菲利普·伊索拉（Phillip Isola）说，“最近的基础模型已经非常擅长了解它们在看什么；它们可以识别成千上万的物体类别，并提供详细的图像文本描述。与此同时，神经辐射场也能很好地表示场景中的物体位置。这两种方法的结合可以创建三维空间中物体所在位置的表征。”

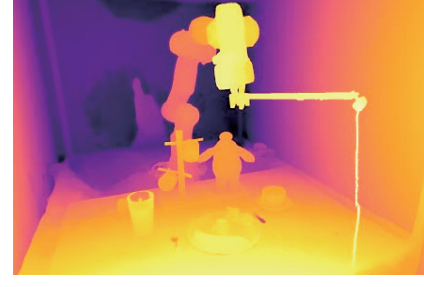
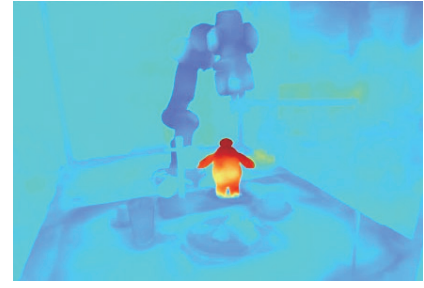
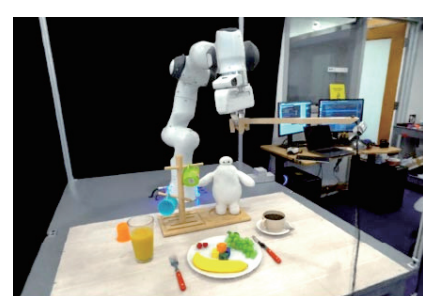
## 创建数字孪生

F3RM 通过自拍杆拍照开始了解周围环境。安装的摄像头会以不同的姿势拍摄 50 张照片，从而建立神经辐射场（NeRF），这是一种深度学习方法，可以通过二维图像构建三维场景。这种 RGB 照片的拼贴以 360 度呈现附近事物的形式，为周围环境创建了一个数字孪生。

除了高度详细的神经辐射场，F3RM 还建立了一个特征场，用语义信息增强几何图形。该系统使用 CLIP（一种在数亿幅图像上进行过训练的视觉基础模型）来高效地学习视觉概念。通过为自拍杆拍摄的图像重建 2D CLIP 特征，F3RM 可以有效地将 2D 特征提升为 3D 表示。

## 开放式互动

在接受了几次演示后，机器人会运用它所掌握的几何和语义知识来抓取它从未接触过的物体。一旦用户提交了文本查询，机器人就会在可能的抓取空间中进行搜索，找出最有可能成功抓取用户要求的物体的抓取方式。每个潜在选项都会根据其提示的相



用于机器人操纵的特征字段（F3RM）使机器人能够使用自然语言解释开放式文本提示，帮助机器人操纵不熟悉的物体。该系统的三维特征字段在仓库等包含成千上万物体的环境中很有帮助。（航柯）

关性、与机器人训练过的演示的相似性以及是否会碰撞等因素进行评分。然后选择并执行得分最高的抓取动作。

为了展示该系统解读人类开放式请求的能力，研究人员让机器人拿起迪士尼《超能陆战队》中的角色“大白”。虽然 F3RM 从未直接接受过拾取卡通超级英雄玩具的训练，但机器人利用基础模型中的空间感知和视觉语言特点来快速识别哪个物体以及如何拾取。

F3RM 还能让用户以不同的语言细节来指定他们希望机器人处理的物体。例如，如果有一个金属杯和一个玻璃杯，用户可以要求机器人拿“玻璃杯”。如果机器人看到两个玻璃杯，其中一个装的是咖啡，另一个装的是果汁，那么用户可以要求机器人提供“装咖啡的玻璃杯”。嵌入在特征字段中的基础模型特征可以实现这种开放式理解。

“如果我向一个人展示如何用嘴唇拿起一个杯子，他们就可以很容易地将这些知识迁移到拿起具有类似几何形状的物体上，如碗、量杯，甚至卷尺。”麻省理工学院博士生、共同第一作者 William Shen 说：“对于机器人来说，实现这种程度的适应性是相当具有挑战性的。”F3RM 将几何理解与在互联网规模数据上训练的基础模型的语义相结合，只需少量演示就能实现这种程度的积极泛化。

William She 和 Ge Yang 在伊索拉的指导下撰写了这篇论文，共同作者包括麻省理工学院教授、CSAIL 首席研究员莱斯利·帕克·凯尔布林（Leslie Pack Kaelbling）。该团队的部分工作得到了亚马逊服务公司、美国国家科学基金会、空军科学研究中心、海军研究办公室多学科大学计划、陆军研究办公室、麻省理工学院-IBM 沃森实验室和麻省理工学院智能探索项目的支持。（航柯）

