



物流业的人工智能革命

数据驱动的新方法可以为全球快速路由或电网运行等棘手的优化问题提供更好的解决方案。

随着快递数量呈指数级上涨，快递公司面对海量的快递包裹，高效路由的优化问题日趋迫切，因此他们经常使用专门的软件来寻找解决方案。

这种软件被称为混合整数线性规划（MILP）求解器，它将一个庞大的优化问题分割成小块，并使用通用算法尝试找到最佳解决方案。然而，求解器可能需要数小时甚至数天才能找到解决方案。

这个过程非常繁琐，以至于快递公司经常在中途停止软件，接受一个并不理想但在规定时间内可以生成的最佳解决方案。

现在，麻省理工学院和苏黎世联邦理工学院的研究生开始利用机器学习来加快速度。他们在 MILP 求解器中发现了一个关键的中间步骤，这个步骤有很多潜在的解决方案，需要花费大量时间才能解开，从而拖慢了整个过程。研究人员采用过滤技术简化了这一步骤，然后利用机器学习为特定类型的问题找到最优解。

他们的数据驱动方法使快递公司能够利用自己的数据，针对手头的问题定制通用的 MILP 求解器。

这项新技术将 MILP 求解器的速度提高了 30% 到 70%，而准确率却没有任何下降。人们可以利用这种方

法更快地获得最优解，或者对于特别复杂的问题，在可控的时间内获得更好的解。

这种方法适用于任何需要使用 MILP 求解器的地方，例如约车服务、电网运营商、疫苗接种或任何面临棘手的资源分配问题的实体。

“有时，在优化这样的领域，人们通常会认为解决方案要么是纯粹的机器学习，要么是纯粹的经验。我坚信，我们希望获得两种方式的最佳方案，而这正是这种混合方法的有力实例。”资深作者、麻省理工学院土木与环境工程（CEE）助理教授 Cathy Wu 说。

Wu 与论文共同第一作者数据、系统与社会研究所（IDSS）研究生 Sirui Li 和 CEE 研究生 Wenbin Ouyang 以及苏黎世联邦理工学院研究生 Max Paulus 共同撰写了这篇论文。这项研究将在神经信息处理系统会议上发表。

MILP 问题有指数数量的潜在解决方案。例如，一个旅行推销员想找到一条最短的路径，访问几个城市，然后返回原籍城市。如果有许多城市可以以任何顺序访问，那么潜在解决方案的数量可能比宇宙中原子的数量还要多。

“这些问题被称为 NP-hard，这意味着不太可能有高效的算法来解决它们。当问题足够大时，我们只能希

望获得一些次优性能。”Wu 解释说。MILP 求解器采用了一系列技术和实用技巧，可以在可控的时间内获得合理的解决方案。

典型的求解器采用分而治之的方法，首先用一种称为分支的技术将潜在解的空间分割成小块。然后，求解器采用一种名为“切割”的技术，将这些较小的部分收紧，以便更快地进行搜索。

切割法使用一组规则，在不删除任何可行解的情况下紧缩搜索空间。这些规则由几十种针对不同类型的 MILP 问题创建的算法（称为分离器）生成。

Wu 和她的团队发现，确定要使用的理想分离器算法组合的过程本身就是一个具有指数级解数的问题。

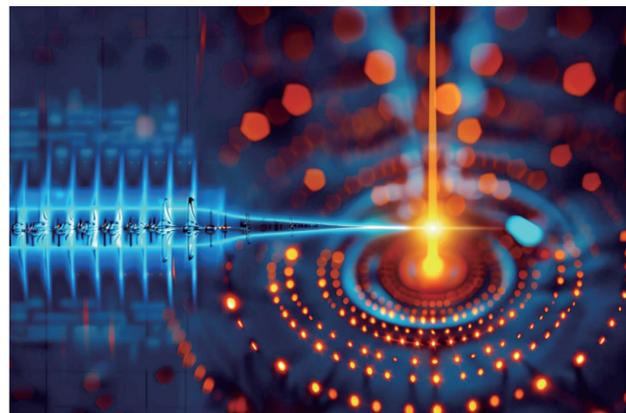
“分离器管理是每个求解器的核心部分，但这是问题空间中一个未得到充分重视的方面。这项工作的贡献之一就是分离器管理问题确定为一项机器学习任务。”她说。

她和她的合作者设计了一种过滤机制，将分离器搜索空间从 130000 多种潜在组合减少到 20 种左右。这种过滤机制借鉴了边际收益递减原则，即一小套算法就能带来最大收益，增加额外的算法不会带来太多额外的改进。然后，他们使用机器学习模型

一项将机器学习与传统优化相结合的新技术已被证明可将混合整数线性规划求解器的求解过程加快多达 70%，从而提高物流和其他行业的效率。



量子点开启全球安全通信新时代



滑铁卢大学的研究人员将获得诺贝尔奖的物理学和化学相结合，提高了量子通信的效率和安全性。

加拿大滑铁卢大学的研究人员将诺贝尔奖获奖概念结合起来，实现了科学突破。滑铁卢大学量子计算研究所（IQC）的研究人员将两个诺贝尔奖获奖研究概念结合在一起，推动了量子通信领域的发展。

科学家们现在可以利用量子点源高效地产生近乎完美的纠缠光子对。

纠缠光子即使相隔很远也能保持连接的光粒子，2022 年诺贝尔物理学奖对这方面的应用给予了肯定。IQC 研究团队将纠缠与 2023 年诺贝尔化学奖认可的量子点技术相结合，旨在优化创建纠缠光子的过程，纠缠光子具有广泛的应用，包括安全通信。

IQC 和滑铁卢大学电气与计算机工程系教授迈克尔·雷默（Michael Reimer）说：“量子密钥分发或量子中继器等令人兴奋的应用需要高度纠缠和高效率的结合，这些应用可将安全量子通信的距离扩展到全球范围或连接远程量子计算机。以前的实验只能测量到近乎完美的纠缠或高效率，但我们是第一个用量子点同时达到这两个要求的人。”

通过将半导体量子点嵌入纳米线，研究人员创造出了一种能产生近乎完美的纠缠光子的光源，其效率

是以前工作的 65 倍。这种新光源是与位于渥太华的加拿大国家研究理事会合作开发的，可以用激光激发，根据指令产生纠缠对。研究人员随后使用荷兰 Single Quantum 公司提供的高分辨率单光子探测器来提高纠缠程度。

量子点系统在历史上一直存在一个名为“精细结构分裂”的问题，它会导致纠缠态随时间发生振荡。这意味着使用慢速检测系统进行测量将无法测量纠缠状态，IQC 和电气与计算机工程系博士生马特奥·佩纳切蒂（Matteo Pennacchietti）说：“我们将量子点与非常快速和精确的检测系统相结合，克服了这一难题。我们基本上可以在振荡过程中的每一点上获取纠缠状态的时间戳，这就是我们拥有完美纠缠的地方。”

为了展示未来的通信应用，雷默和佩纳切蒂与 Norbert Lütkenhaus 博士、Thomas Jennewein 博士（两人均为 IQC 教师和滑铁卢大学物理与天文学系教授）及其团队合作，利用新的量子点纠缠源，研究人员模拟了一种称为量子密钥分发的安全通信方法，证明量子点源在未来的安全量子通信中大有可为。（逸文）

研究人员发现光将二氧化碳转化为可持续燃料的过程

研究人员通过将阳光照射到沉积在光活化材料上的单个铜原子上，成功地将二氧化碳转化为甲醇，这一发现为创造新型绿色燃料铺平了道路。

由英国诺丁汉大学化学学院、伯明翰大学、昆士兰大学和乌尔姆大学的研究人员组成的国际研究小组设计出了一新材料，它由锚定在纳米氮化碳晶体上的铜原子组成。铜原子嵌套在纳米晶体结构中，使电子能够从氮化碳移动到二氧化碳，这是在太阳照射下从二氧化碳生产甲醇的重要步骤。该研究成果发表在《可持续能源与燃料》杂志上。

在光催化过程中，光线照射到半导体材料上会激发电子，使电子穿过材料与二氧化碳和水发生反应，从而产生各种有用的产品，包括作为绿色燃料的甲醇。尽管最近取得了一些进展，但这一工艺仍存在效率和选择性不足的问题。

二氧化碳是导致全球变暖的最大因素。虽然可以将二氧化碳转化为有用的产品，但传统的方法依赖于化石燃料中的氢气。利用可持续的太阳能和无处不在的丰富水资源，开发基于光催化和电催化的替代方法非常重要。

诺丁汉大学化学学院研究员马达萨·坦加穆图（Madasamy Thangamuthu）博士是研究小组的共同负责人。他介绍说：“光催化使用的材料种类繁多，光催化剂吸收光并高效分离电荷载流子非常重要。在我们的方法中，在纳米尺度上控制材料。我们开发了一种新形式的氮化碳，它具有纳米级范围结晶，能够与光进行高效互动，并实现充分的电荷分离。”

研究人员设计了一种将氮化碳加热到所需结晶度的工艺，最大限度地提高了这种材料在光催化方面的功能特性。利用磁控溅射技术，他们在无溶剂条件下沉积了铜原子，使半导体和金属原子得以亲密接触。

在诺丁汉大学化学学院开展实验工作的博士生塔拉·勒梅尔（Tara LeMercier）说：“我们测量了光产生的电流，并以此作为判断催化剂质量

的标准。即使不加铜，新型氮化碳的活性也比传统氮化碳高 44 倍。然而，令我们惊讶的是，每 1 克氮化碳中只需添加 1 毫克铜，效率就提高了 4 倍。最重要的是，可以选择从甲烷（另一种温室气体）变成甲醇（一种宝贵的绿色燃料）。”

诺丁汉大学化学学院的 Andrei Khlobystov 教授说：“二氧化碳的有效利用是英国实现净零排放目标的关键。确保用于这一重要反应的催化剂材料的可持续性至关重要。这种新型催化剂的一大优势在于它由可持续元素（碳、氮和铜）组成，这些元素在我们的地球上都非常丰富。”

本研究是深入了解二氧化碳转化过程中光催化材料的重要一步。它为创造高选择性和可调节催化剂开辟了一条道路，通过在纳米尺度上控制催化剂，可以调高所需的产物产量。

这项工作由英国工程与科学研究中心（EPSRC）的“面向可持续未来的表面和界面金属原子”（MASI）项目资助，该项目旨在开发对经济和环境至关重要的三种关键分子（二氧化碳、氢气和氨气）进行转化的催化剂材料。MASI 催化剂以原子效率高的方式制造，以确保化学元素的可持续利用，同时不会消耗稀有元素的供应，并充分利用地球上丰富的元素，如碳和贱金属。（逸文）



未来无线通信的微型芯片将改变医疗技术

一种创新方法进一步推动了无线传感器技术的发展，并为未来在植入式和可穿戴式生物医学微型设备中使用大量非侵入式传感器打开了大门。

对于布朗大学科学家领导的研究小组来说，微型芯片可能是一个重大突破。



传感器网络的设计使芯片可以植入人体或集成到可穿戴设备中。每个亚毫米大小的硅传感器都能模拟大脑神经元通过尖峰电活动进行交流的方式。

该研究小组在《自然—电子学》（Nature Electronics）杂志上撰文，介绍了一种新颖的无线通信网络方法，这种网络可以有效地发送、接收和解码来自成千上万个微电子芯片的数据，而这些芯片每个都比一粒盐大不了多少。

传感器网络的设计使芯片可以植入人体或集成到可穿戴设备中。每个亚毫米大小的硅传感器都模仿大脑神经元通过尖峰电活动进行交流的方式。传感器检测到特定事件的尖峰，然后利用无线电波实时无线传输数据，从而节省了能源和带宽。

受大脑启发的高效数据传输

布朗大学博士后研究员、该研

究的第一作者李继勋（Jihun Lee）说：“我们的大脑以一种间歇的方式工作。神经元不会一直发射。它们压缩数据，间歇地发射，因此效率非常高。我们的无线通信方法就是在模仿这种结构。传感器不会一直发送数据——它们只会在需要时发送相关数据，就像短暂的电脉冲一

样，而且它们能够独立于其他传感器发送数据，无须与中央接收器协调。这样做，我们可以节省大量能源，避免中央接收器被意义不大的数据淹没。”

这种射频传输方案还使系统具有可扩展性，并解决了当前传感器通信网络的一个常见问题：它们必须完全同步才能正常工作。

研究人员说，这项工作标志着大规模无线传感器技术向前迈出了重要一步，有朝一日可能会帮助科学家们确定如何从这些小小的硅器件中收集和解读信息，特别是由于现代科技的发展，电子传感器已变得无处不在。

布朗大学工程学院教授、该研究的资深作者阿尔托·努尔米科



研究小组在《自然—电子学》杂志上撰文，介绍了一种新颖的无线通信网络方法，这种网络可以从数千个微电子芯片中有效地传输、接收和解码数据，而每个芯片的大小都不超过一粒盐。

（Arto Nurmikko）说：“我们生活在一个传感器的世界。传感器无处不在。它们出现在我们的汽车里，出现在许多工作场所，而且越来越多地进入我们的家庭。对这些传感器来说，最苛刻的环境永远是人体内部。”

生物医学传感器的应用

因此，研究人员认为该系统可为下一代植入式和可穿戴式生物医学传感器奠定基础。医学界越来越需要高效、不显眼、不易察觉的微型设备，这些设备还能作为大型组合的一部分运行，以绘制整个相关区域的生理活动图。

李继勋说：“在实际开发这种基于尖峰的无线微型传感器方面，这是一个里程碑。如果我们继续使用传统方法，就无法收集这些应用在这类下一代系统中需要的高信道数据。”

传感器识别和传输的事件可以

是特定的事件，如监测环境的变化，包括温度波动或某些物质的存在。

传感器之所以能够使用如此少的能源，是因为外部收发器在传感器传输数据时为其提供了无线供电——这意味着传感器只需在收发器发出的能量波范围内就能获得充电。这种无需接入电源或电池即可运行的能力使它们在许多不同的情况下都能方便、灵活地使用。

研究小组在计算机上设计和模拟了复杂的电子器件，并通过多次制造迭代来制造传感器。这项工作建立在努尔米科在布朗大学实验室先前研究的基础上，该研究推出了一种名为“神经粒”的新型神经接口系统。该系统使用一个由微型无线传感器组成的协调网络来记录和刺激大脑活动。

努尔米科说：“这些芯片作为微型微电子设备是相当复杂的，我们花了一段时间才做到这一点。”他还隶属于布朗大学的卡尼脑科学研究所。他说：“要定制操纵这些传感器电子特性的几种不同功能——它们基本上被挤压在硅片的几分之一毫米空间里——所需的工作量和精力并不小。”

发展与未来方向

研究人员展示了他们系统的效率以及其潜在的扩展能力。他们在实验室中使用 78 个传感器对系统进行了测试，发现即使传感器在不同时间传输数据，也能准确无误地收集 and 发送数据。通过模拟，他们能够展示如何利用 8000 个假定植入的传感器，对从灵长类动物大脑中收集到的数据进行解码。

研究人员表示，下一步工作包括优化系统以降低功耗，以及探索神经技术以外的更广泛应用。（逸文）