



英特尔研究最大规模的神经拟态计算系统

一直以来，科学家和工程师们都在努力复刻人脑的工作原理，由此诞生了我们熟悉的神经网络。

在这一过程中，人们也在尝试复制感官能力，英特尔的神经拟态芯片 Loihi 就是一项最新的研究成果：它拥有 13 万个神经元（1024 核），实现了嗅觉模拟，掌握了 10 种危险品不同气味的神经表征。

人类的嗅觉识别看似只有闻一闻这个动作，但背后的机制非常复杂。如果你拿起一个葡萄柚闻一闻，水果分子就会刺激鼻腔内的嗅觉细胞。鼻腔内的细胞会立即向你的大脑嗅觉系统发送信号，一组相互连接的神经元中的电脉冲就会在这个嗅觉系统中产生嗅觉。

无论闻到的是葡萄柚、玫瑰还是有有害气体，你大脑中的神经网络都会产生该物体特有的感觉。同样，你的视觉和听觉、回忆、情绪和决策都有各自的神经网络，它们都以特定的方式进行计算。

神经拟态计算的优势

神经拟态计算（Neuromorphic Computing）是一个由硬件开发、软件支持、生物模型相互交融而成的古老领域，旨在基于仿生的原理让机器拥有类人的智能。

低功耗、高容错、创造性……人脑有太多值得机器追赶的能力，因此也是很多计算科学家为之向往的存在。在人脑这个仅占 3% 人体质量的器官中，1000 亿个神经元携 1000 万亿个突触相连接。每一秒都有神经元衰老死亡的情况下，大脑仍能运转计算着世界扑面而来的巨大信息量。而功耗只有 20 瓦。

1980 年，人类首次打开神经拟态计算的大门。超大规模集成电路（VLSI）发明者之一、加州理工学院传奇人物 Carver Mead 首次提出神经拟态概念，并设想用 CMOS 模拟电路去模仿生物视网膜，搭建具有生物计算特性的系统。

2017 年，作为英特尔研究院的一个研究课题，英特尔开发了代号为 Loihi 的第一款自主学习神经拟态芯片，在神经拟态硬件的开发上迈进一步。

据英特尔中国研究院院长宋继强介绍，之所以选择这个研究方向，主要是出于两个考虑。第一，想要训练一个可用的模型，神经拟态技术所需的数据和能耗较少。现在的人工智能和深度学习技术，训练起来需要大量的数据和能源。一个大型模型所消耗的电量会产生大量的碳排放，约等于 5 辆汽车整个生命周期的排放量。而且随着人工智能技术的发展，能耗势必会越来越多。这时候就需要寻找一种既能提高能效比，又能提高数据使用率的方案。神经拟态计算恰好满足这种需求。

第二，相比深度学习，神经拟态计算模型更容易解释和推理。虽然深度学习技术很强大，但它的一个劣势是黑箱问题。即使是模型开发者，也难以完全解释清楚复杂模型的工作原理和和行为模式。相比之下，神经拟态作为类脑计算模型有着天然优势。在逐渐通过小数据学习产生网络之后，它是可以解释的，行为更加稳定，也支持更深层次的推理，然后根据更多数据持续自学。

“我们希望人工智能模型是可以解释的，我知道你为什么做得好，为什么

么做得不好，这样才能用在一些关键的任务当中。”宋继强表示。

软硬件结合

在 3 月发表的论文中，英特尔和康奈尔大学联合团队介绍了 Loihi 芯片背后的故事。

他们以动物的生物嗅觉系统为基础，测量动物闻到气味时的脑电波活动，然后根据这些电路图与电脉冲，导出了一套算法，并将其配置在测试的 Loihi 神经拟态芯片上。

在研究中，Loihi 需要学习检测复杂混合物的不同气味。在一个风洞实验中循环着 10 种气体物质（气味），传感器对各种气味的反应被传送到 Loihi，由其芯片电路对嗅觉背后的大脑电路进行模拟。

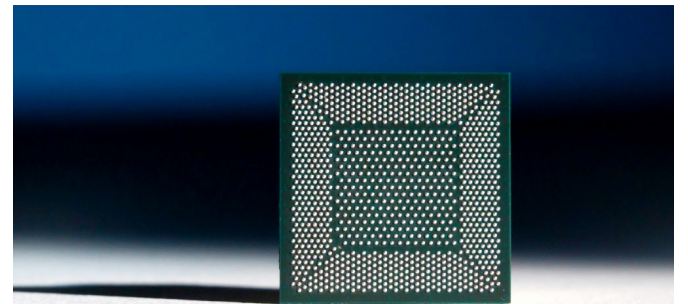
这一点和居民常用的烟雾和一氧化碳探测器能探测气味有着本质的不同。因为，这些探测器借助传感器探测空气中的有害分子，但无法对各种气味进行智能分类。

对比此前已有的传统方法——基于深度学习的解决方案，Loihi 展现出了出色的识别准确率。传统方法要达到与 Loihi 相同的分类准确率，解决方案学习每类气味需要 3000 倍以上的训练样本。这也印证了宋继强所说的第一点。

在 Loihi 芯片基础上，英特尔还打造了一个神经拟态系统 Pohoiki Springs，首次将计算能力（神经元）扩展到了 1 亿个，将 Loihi 的神经容量增加到一个小型哺乳动物大脑的大小。

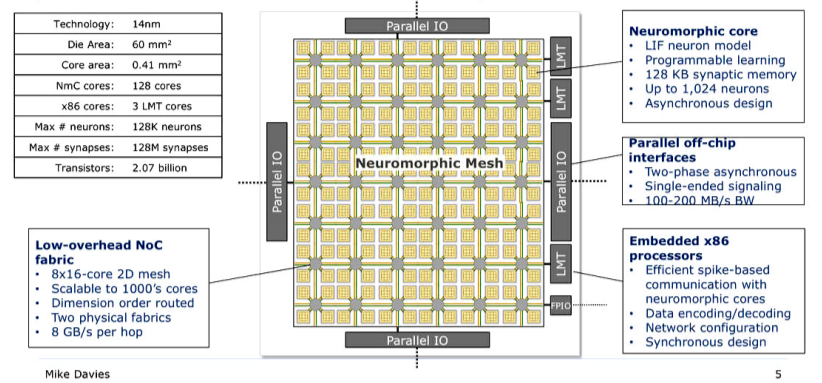


英特尔打造了一个神经拟态系统 Pohoiki Springs。



英特尔神经拟态研究芯片 Loihi。

Loihi Chip Architecture: Fine-Grained Mesh



Mike Davies

5

嗅觉系统演示

Pohoiki Springs 是一个数据中心机架式系统，是英特尔迄今为止开发的规模最大的神经拟态计算系统。它将 768 块 Loihi 神经拟态研究芯片集成在 5 台标准服务器大小的机箱中，同时以低于 500 瓦的功率运行。

英特尔创立 INRC（英特尔神经拟态计算研究社区），面向全球研究机构、创业公司和大型公司开放。企业在了解了英特尔神经拟态计算之后，可以直接向英特尔提交申请，阐述自己的项目提案。加入社区后，研究机构可以访问云平台上的神经拟态计算服务，拥有 1 亿神经元的 Pohoiki Springs 系统就在上面。如果有需要，研究人员还可以直接申请 Loihi 硬件，自己搭建 Loihi 芯片的集成平台去做试验。整个过程都是免费的。

硅电子自旋量子计算道路

除了神经拟态芯片，英特尔研究院还同时在量子计算领域发力。不过英特尔选择了一条业界里面比较少有人走的道路：硅电子自旋量子比特。

据介绍，英特尔其实尝试过比较流行的超导量子比特，但就自身积累而言，硅电子自旋更符合其长期的基于硅半导体的制造工艺和现有技术。

宋继强进一步补充称，“一旦做成，我们有信心能把它很快规模化，我们也有信心把它做得便宜，让更多人体验到量子计算带来的好处。所以说我们选择的这条路是世界上很少有人走的路，但是我们一旦做好，它带来的

效益会很大。”

今年 2 月，英特尔与荷兰量子技术研究中心公布了低温量子控制芯片 Horse Ridge，称其有望同时控制最多 128 个量子比特，并且在量子系统的保真度、扩展性和灵活性方面均有重大进展，正在向商用量子计算机迈进。

一般来说，量子比特要在超低温的环境下工作，人们需要用微波控制它们，而微波需要用电线作为载体。以现在的技术水平，操控 40~50 个量子比特就需要数百根控制线，更不用说未来操控成百上千个量子比特了。数量庞大的布线会约束量子系统的扩展性。

Horse Ridge 的设计理念是简化量子系统运行时所需的控制线，基于高度集成的系统级芯片（SoC），将 4 个无线电频率信道集成到上面，每个信道负责控制 32 个量子比特，整体就可以同时控制 128 个量子比特。

每个芯片只需要一根线，如果要控制上千个量子比特，只需要多放一些芯片就可以了，大大减少了工作量。无论是神经拟态，还是量子计算，都处于很早期的阶段，想要在现实生活中，还有很长的路要走。但并不意味应用在现阶段不重要。

“我相信，底层技术的创新和科研必须坚持长期主义，保证有‘双轮驱动’，一个轮子是基础底层不太变的核心技术方向，另外一个轮子是快速实行，要往哪方面去用。”宋继强强调。（麻省）

量子计算机的瓶颈将如何突破？

Scott Pakin Patrick Coles

在物理学中，时间是一个有争议的话题。到目前为止，大多数人已经听说过量子计算是一项革命性的技术，它的原理是利用量子的新奇特性，以比普通计算机更快的速度解决特定的问题（比如大数分解）。这些问题在许多领域都存在，从数学到零售业，从物理学到金融学，无处不在。一旦某个国家拥有了这样的量子技术，国家整体的经济实力将得到明显提升，竞争力也会随之增强。

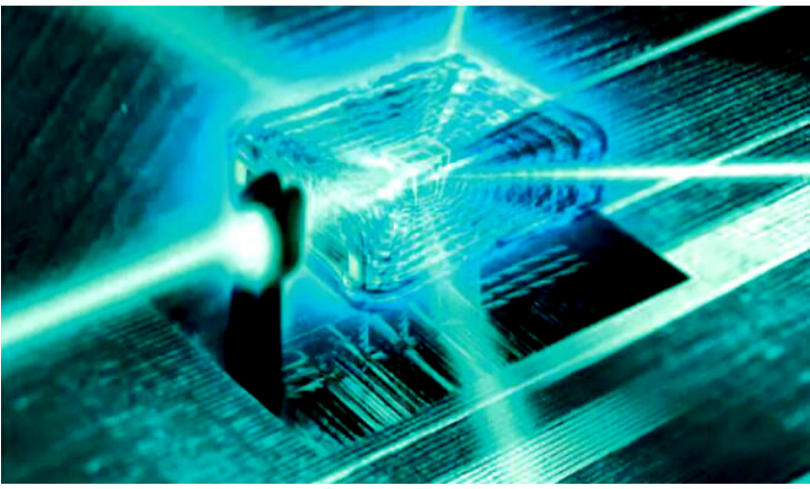
20 世纪 80 年代，量子计算的广阔前景开始被科学家意识到，但至今仍未真正实现。量子计算机的设计、制造和编程都非常困难，因为噪声、错误以及各种量子退相干效应都会影响量子计算机的性能，甚至会量子计算机的运行产生致命影响。

由振动、温度涨落、电磁波和其他与外界环境相互作用引起的相干性的丧失叫做退相干，这种效应会破坏量子特性。考虑到目前普遍存在的退相干和其他影响因素，即使在执行时间很短的情况下，现代量子计算机也不太可能具有太大的实用性。

尽管科学家正在解决这些问题，但还没有一个现有的硬件平台能够保持相干性并提供大规模计算所需的稳定纠错能力。有价值的突破或许还要等待很多年才能出现。

与此同时，一个价值数十亿美元的问题是，在完成真正的量子计算机之前，我们如何从一台不可靠的量子计算机中获得有用的结果？

答案来自多个方面，工业界、学术界和国家实验室的研究人员正



在寻求减少量子计算机错误的方法。其中一种方法是根据不同噪声水平下的计算结果来估计无错误的计算结果。另一种方法是混合量子经典算法，只在量子计算机上运行一个程序中最关键的部分，而其他大部分的程序则在更稳定的经典计算机上运行。事实证明，这些方案对于消除噪声环境对量子计算机的影响都非常有用。

虽然经典计算机也受到各种错误源的影响，但这些错误可以通过适量的额外存储和逻辑来纠正。量子纠错方案确实存在，但它消耗了太多的量子比特，以至于可以用于实际计算的量子比特比用于纠错的更少（这就好像军队在战场上需要动员十个战士去保护一个伤员一样，损失了部队的整体战斗力）。

为了更清楚地说明节约量子比特的重要性，我们要知道，基于量子比特逻辑门的量子计算机，类似于你读这篇文章时所用的电脑、手机或平板电脑中的那些逻辑门，而

即使当今最先进的量子计算机也只有 50 个量子比特。而你的电子设备中，经典比特的数量是以千亿计。

麻烦在于，量子力学挑战了我们的直觉。因此我们很难找出执行量子计算的最佳算法。为了克服这些问题，我们在美国洛斯阿拉莫斯国家实验室的团队正在开发一种方法来发明和优化算法，从而在有噪声的量子计算机上执行任务。

算法即是一系列有序的命令，可以告诉计算机怎么做某件事情，类似于烹饪食谱。与经典算法相比，量子算法与程序应该越短越好，并且我们发现，量子程序最好是针对硬件设备的特定缺陷和噪声区域而定制。这才能使得该算法在退相干效应将正确结果破坏之前，执行更多的处理步骤。

在洛斯阿拉莫斯的量子计算跨学科研究工作中，我们正在努力解决量子算法有效运行的关键部分。其主要思想是减少算法中逻辑门的数量，从而使程序在被退相干和其

他错误源破坏到不可接受的地步之前执行完程序。

我们使用机器学习，设计与编译了针对特定量子计算机的最佳量子电路。到目前为止，我们已在经典计算机上使用机器学习方法来寻找最简洁的量子算法版本（量子算法的撰写工作也是在经典计算机上做出来的）。现在，在最近的一项突破中，我们设计了一种方法可以让现有的量子计算机去编写适应于自身的量子算法。这将避免在经典计算机中模拟量子动力学所需的巨大计算资源。

由于这种方法产生的算法比目前最新的算法都要短，因此可以减少噪声的影响。这种机器学习方法还可以针对特定的算法和硬件平台补偿错误。例如，如果发现一个量子比特比另一个量子比特更能抵抗噪声的干扰，这时算法将优先使用那个更好的量子比特。然后，机器学习方法可以自己创造算法，这样我们使用最少的计算资源和最少的逻辑门就可以在量子计算机上执行任务。如此优化后，更长的算法就可以运行了。

现在，这种特定配置的量子计算机已在云端上向公众开放。公众可以利用量子计算机的优越性能进行创新研究，也可以为未来的大型量子计算机在解决大型现实问题上提供算法扩展功能。

我们的工作已经取得一定成果，未来将为专家和普通用户提供量子计算工具。程序开发人员可以开始在这个量子计算平台上设计更好的程序，从而使其性能超越传统计算机。

日本发明新型电池 比锂离子电池量产成本低90%

近年来，锂离子电池相关技术的研究，一直是科技领域的热点。去年 10 月，97 岁的美国固体物理学家约翰·班尼斯特·古迪纳夫（John B. Goodenough）就因其在锂离子电池领域的突出贡献获得了 2019 年诺贝尔化学奖，成为有史以来最高龄的诺贝尔奖得主。

如今，作为电子工业中最伟大的发明之一、以及最主要的便携式能源源，锂离子电池在智能手机、便携式穿戴设备和智能汽车等领域影响着人类的生活。

如何降低锂离子电池成本并提高其安全性，是科研人员一直以来的研究突破方向。

近日，曾负责日产汽车电池研究的堀江英明（Hideaki Horie）提出了一种更加彻底的解决方案——替代锂离子电池。据称，他发明了一种比锂离子电池量产成本低 90% 的新型电池，同时具有很好的安全性。

据彭博社报道，堀江英明在接受外媒采访时表示，“现在制造锂电池的问题在于，它的器件生产类似于半导体，我们的目标是使其更像钢铁生产。”

堀江英明的创新方法是，用树脂结构代替电池的金属内衬电极和液态电解质，从而提高电池的安全性并降低成本。他表示，这种方法可以大大简化并加快生产进程，就像“黄油抹面包”一样容易。

新型电池单元的正面和背面由聚合物电极制成，正面和背面分别具有负电性或正电性，并构成电池盒的一部分。10 米长的电池片可以“像坐垫一样”堆叠在一起，从而增加电池的容量。

无论是三星智能手机，还是特斯拉汽车，电池一直是引起火灾的“罪魁祸首”。堀江英明表示，从安全性上来讲，他提出的这种树脂电池在被刺破时具有更好的防火性。由于双极设计，这种电池消除了目前的电力瓶颈，并允许电池的表面吸收电涌，从而避免了火灾的发生。

对此，全球领先的商业情报公司伍德麦肯兹（Wood Mackenzie）储能团队高级分析师米塔莉·古普塔（Mitalee Gupta）表示，“由于发生了很多事故，安全一直是行业内的头等大事。如果他们可以快速扩大规模，这对于存储和电动汽车应用来说都是一个突破。”

尽管堀江英明对外声称这种电池具有低成本、高安全性等优点，但有专家认为，聚合物的导电性不如金属，很可能会严重影响电池的承载能力。总部位于加利福尼亚的电池行业咨询公司 Total Battery Consulting 的总裁梅纳赫姆·安德曼（Menahem Anderman）表示，双极设计的一个缺点是电池芯在电池中背对背连接，使对单个电池芯的控制变得困难。此外，他还质疑节省下来的费用是否足以与现有企业竞争。

对此，堀江英明承认，他们无法与那些已经投资数十亿美元并从规模经济中受益的电池巨头竞争，他们不会将业务重点放在汽车行业，而会将目光放在建筑、办公室和发电厂使用的固定电池上。

“我们已经在日本当地找到了一家大客户，这将证明我们具备大规模生产这种电池的能力。”（边际）