

# 三大科学奖两项颁给“AI”

编者按:10月7日到9日,2024年诺贝尔生理学或医学奖、物理学奖、化学奖依次颁发,从发现了微小RNA(microRNA)及其在转录后基因调控中的作用,到使用物理学工具为人工智能的发展奠定了理论基础,再到破译蛋白质结构“密码”,这几位诺奖获得者的经历有一个共同点,就是一开始研究方向并不被看好,研究成果也沉寂无声,但他们不动摇、不放弃,甘愿多年寂寞、一路披荆斩棘,终于守得云开见月明。

## 生理学或医学奖



维克托·安布罗斯(左)和加里·鲁夫坎(右)因发现微小核糖核酸及其在转录后基因调控中的作用而获得2024年诺贝尔生理学或医学奖。

当地时间10月7日,瑞典卡罗琳医学院宣布,将2024年诺贝尔生理学或医学奖授予科学家维克托·安布罗斯和加里·鲁夫坎,表彰他们发现了微小RNA(microRNA)及其在转录后基因调控中的作用。两位获奖者将平分1100万瑞典克朗(约合863万元人民币)奖金。

据悉,微小RNA是一类在基因调控中发挥关键作用的小型RNA分子。两位科学家的发现引入了一种新的基因调控原理,这对于多细胞生物至关重要,揭示了人类基因组编码超过一千种微小RNA。这一发现为理解生物体功能及其如何发育开辟了新的维度。基因、RNA等学术名词离我们或许很遥远,但两位科学家的经历却吸引了不少人的兴趣。据了解,两位获奖者其实都算是“半路出家”,青年时期都不是研究基因领域的。

公开信息显示,维克托·安布罗斯出生于20世纪50年代的美国新罕布什尔州,从小受其父亲的影响,他喜爱阅读及动手制作一切他认为新奇的小玩意儿,因此长大之后,他想成为一名科学家。

20世纪60年代,美国阿波罗飞船登月成功,如同那个年代的很多年轻人一样,安布罗斯也想成为一名宇航员,直到1971年他进入麻省理工学院学习天文知识时,发现自己的物理算术能力一般。睡在他旁边的室友好几个晚上与他深夜讨论分子生物与基因组学,于是他把兴趣爱好又转移到了分子生物学,继而在博士期间师从诺贝尔奖获得者戴维·巴尔的摩,从事线虫相关的研究。

另一边,他的搭档鲁夫坎一开始也不是研究基因的。公开信息显示,鲁夫坎1952年出生于美国加州伯克利,父亲是土木工程师,母亲是家庭主妇,他们乐观开朗,都很支持鲁夫坎对科学特别是空间科学方面的热情,并在他很小的时

候给他买了望远镜和显微镜。

1973年,鲁夫坎从加州大学伯克利分校生物物理专业毕业,随后在俄勒冈州找到了一份工作。然后他又花了大约六个月的时间在南美各地旅行。

有一天,鲁夫坎偶然发现了一堆《美国科学杂志》。回忆当时的感受,鲁夫坎曾说道:“有时候,我会想念科学,所以我花了一天时间阅读那些杂志。”而当他看完这些杂志后,内心是如此的充实满足——“哇,这太棒了。我想现在就回去。”就这样,鲁夫坎回去后在加州大学旧金山分校担任核医学技术人员,之后前往哈佛大学学习分子生物学。

1982年,鲁夫坎获得了哈佛大学博士学位。随后,1982年至1985年他在麻省理工学院做博士后研究,并于1985年成为麻省总医院和哈佛医学院的首席研究员,现为哈佛医学院的遗传学教授。

1993年,安布罗斯和搭档鲁夫坎在Cell杂志上背靠背发表了他们对于lin-4(第一个miRNA)的研究成果。安布罗斯发现lin-4在线虫中存在(Lee et al., 1993),而鲁夫坎证实该miRNA通过与靶基因(lin-14)信使RNA结合抑制其翻译的调控机制(Wightman et al., 1993)。

安布罗斯的发现,开拓了科学家们对细胞内非编码RNA,也就是不参与编码蛋白质的RNA,生物学功能的认识。不过在当时,该研究成果并未被重视,直到2000年,第二个miRNA let-7被发现,人们终于开始意识到miRNA对基因调控具有普遍意义。

值得注意的是,2006年诺贝尔生理学或医学奖颁给了安德鲁·法尔和克雷格·梅洛,以表彰他们在RNAi领域作出的贡献。有学者认为,首次发现miRNA的安布罗斯理因应在诺贝尔奖的历史上留下名字,18年后,在诺贝尔奖的历史篇章中,这份遗憾终于被填补了。

## 物理学奖



美国科学家约翰·霍普菲尔德(左)和英裔加拿大科学家杰弗里·辛顿(右),因通过人工神经网络实现机器学习而作出的基础性发现和发明获得2024年诺贝尔物理学奖。

北京时间10月8日,2024年诺贝尔物理学奖揭晓。美国科学家约翰·霍普菲尔德与英国科学家杰弗里·辛顿在人工神经网络机器学习方面的基础性发现和发明“获此殊荣”。

以“霍普菲尔德网络”为基础,辛顿使用统计物理学的方法,构建了玻尔兹曼机。统计物理学是研究由众多相似组件构成的系统的一门科学,通过向机器提供那些在运行时可能出现的情况作为示例,科学家可以对机器进行训练。在这一领域,玻尔兹曼机展现了其独特的价值,它不仅能够有效地对图像进行分类,还能创造出与其所训练模式类型相似的新示例。这一成果让机器学习领域出现了“爆炸性发展”。

辛顿和霍普菲尔德的这些研究,都是在20世纪80年代就已经做出来了。几十年过去,他们的研究不断获得认可。正如诺贝尔物理学委员会主席艾伦·穆恩斯所评价的那样,他们的工作“已经带来了最大的效益”。

天津大学自然语言处理实验室负责人熊德意教授告诉记者,诺贝尔物理学奖颁给两位“AI先驱”,除了表彰他们在将物理学与人工智能深度结合方面所作的贡献之外,可能还有两层隐含意义,一是物理规律不仅存在于自然界中,在数字世界(计算机模型、模型创建的虚拟世界)中也可能发挥着制约作用。二是AI与物理学等基础科学存在千丝万缕的联系,基础科学不仅为AI筑起了基座,同时其发现和理论也对AI研究提供了启发和灵感。

与此同时,熊德意认为,随着AI纵深发展,其对基础科学的反哺作用越来越明显,智能驱动的科研极有可能成为科研第五范式;AI带来的自动化基础科研,未来可能推动基础研究实现跨越式发展。

而美国普林斯顿大学教授约翰·霍普菲尔德,则是创建了一种名为“霍普菲尔德网络”的联想存储器,可以存储和重建图像以及数据中的其他类型模式。在构建这种人工神经网络的过程中,霍普菲尔德用了物理学。他曾获得2022年的玻尔兹曼

奖,获奖理由是“扩展了统计物理学的边界,使其涵盖生命现象,从分子水平信息传输的动力学校对到神经网络的动力学,他创建了一种用于思考大脑计算的新语言”。

以“霍普菲尔德网络”为基础,辛顿使用统计物理学的方法,构建了玻尔兹曼机。统计物理学是研究由众多相似组件构成的系统的一门科学,通过向机器提供那些在运行时可能出现的情况作为示例,科学家可以对机器进行训练。在这一领域,玻尔兹曼机展现了其独特的价值,它不仅能够有效地对图像进行分类,还能创造出与其所训练模式类型相似的新示例。这一成果让机器学习领域出现了“爆炸性发展”。

辛顿和霍普菲尔德的这些研究,都是在20世纪80年代就已经做出来了。几十年过去,他们的研究不断获得认可。正如诺贝尔物理学委员会主席艾伦·穆恩斯所评价的那样,他们的工作“已经带来了最大的效益”。

与此同时,熊德意认为,随着AI纵深发展,其对基础科学的反哺作用越来越明显,智能驱动的科研极有可能成为科研第五范式;AI带来的自动化基础科研,未来可能推动基础研究实现跨越式发展。

而美国普林斯顿大学教授约翰·霍普菲尔德,则是创建了一种名为“霍普菲尔德网络”的联想存储器,可以存储和重建图像以及数据中的其他类型模式。在构建这种人工神经网络的过程中,霍普菲尔德用了物理学。他曾获得2022年的玻尔兹曼

## 化学奖



戴维·贝克(左)、德米斯·哈萨比斯(中)和约翰·江珀(右)因在蛋白质设计和蛋白质结构预测领域作出的贡献荣获2024年诺贝尔化学奖。

10月9日,瑞典皇家科学院揭晓了2024年诺贝尔化学奖的归属。美国华盛顿大学科学家戴维·贝克因在蛋白质设计方面的贡献,荣获该奖项一半的奖金;另一半奖金则由谷歌“深度思维”公司创始人、英国科学家德米斯·哈萨比斯和该公司美国科学家约翰·江珀共享,以表彰他们在蛋白质结构预测方面的成就。

诺贝尔化学奖委员会主席海纳·林克指出,今年的诺贝尔化学奖如同“双花并蒂”,他们一方面用计算机软件构建出全新蛋白质结构,另一方面则基于氨基酸序列开发出名叫“阿尔法折叠2”的人工智能(AI)模型,实现对蛋白质复杂结构的预测。这两项科学突破携手开辟出巨大的可能性。

2024年诺贝尔化学奖“花落”蛋白质,是因为蛋白质对生命至关重要。没有蛋白质,生命就不可能存在。蛋白质如同生命体内的“能工巧匠”,以其独特的化学能力,编织出生命的多样性与复杂性。它们掌控并驱动生命体内所有的化学反应,这些反应共同构筑了生命的宏伟蓝图。同时,蛋白质可谓“千面女郎”,扮演着激素、信号物质、抗体以及身体组织构建者等多种角色。蛋白质通常由20种不同的氨基酸组成,这些氨基酸如同组成生命的“积木”,成功创造出一种前所未有的新蛋白质,开启了构建蛋白质的大门。构建全新蛋白质,被称为“从头设计”。而贝克团队构建氨基酸“积木”的功臣,是他们开发的名为Rosetta的计算软件。他们首先绘制了一种全新结构的目标蛋白质,然后从已知结构的蛋白质数据库中中寻找与目标结构相似的短蛋白质片段;随后,Rosetta利用蛋白质能量图的基本知识,优化这些片段,给出了最终的氨基酸序列。

此后,贝克研究小组不断发挥创意,创造出一系列富有想象力的

蛋白质。这些蛋白质正在药物、疫苗、纳米材料和微型传感器等多个领域“大展拳脚”。为预测蛋白质结构,贝克团队2021年开发出“Rosetta折叠”模型,并被《科学》杂志评为2021年年度突破。2023年,基于“Rosetta折叠”的深度学习模型“RFDiffusion”问世。该模型能测试拥有不同结构元素的设计组合,并从头开始产生蛋白质。该模型还能执行不同的任务,设计氨基酸、寡聚体(多亚基聚体)、有治疗或工业应用前景的复杂结构。在蛋白质的世界里,氨基酸以长链的形式相连,折叠成复杂的三维结构,赋予蛋白质重要功能。自20世纪70年代以来,科学家一直致力于根据氨基酸序列预测蛋白质结构,但这是一项极其艰巨的任务。因为有些氨基酸和其他氨基酸相互作用,有些氨基酸则具有疏水性。而且氨基酸链形成了复杂的形状,使精准确定蛋白质结构难上加难。AI模型“阿尔法折叠2”的横空出世,为解决这一萦绕在科学家心头50年的难题带来转机。2020年,哈萨比斯和江珀研制出“阿尔法折叠2”。在该模型的帮助下,科学家们已能预测2亿多种蛋白质的结构。自问世以来,“阿尔法折叠2”得到190个国家和地区200多万研究人员的应用。有了这一模型,研究人员能够更深入地研究抗生素的耐药性,并设计出能分解塑料的酶。今年5月,“深度思维”推出了“阿尔法折叠3”模型,用来帮助科学家更精确地针对疾病机制开发更有效药物。“阿尔法折叠3”能够更准确预测不同大分子之间复合物的结构,以及大分子、小分子和离子之间的相互作用。能够预测蛋白质结构并设计全新蛋白质,是科学赐予人类最美好的礼物之一。

蛋白质。这些蛋白质正在药物、疫苗、纳米材料和微型传感器等多个领域“大展拳脚”。

为预测蛋白质结构,贝克团队2021年开发出“Rosetta折叠”模型,并被《科学》杂志评为2021年年度突破。2023年,基于“Rosetta折叠”的深度学习模型“RFDiffusion”问世。该模型能测试拥有不同结构元素的设计组合,并从头开始产生蛋白质。该模型还能执行不同的任务,设计氨基酸、寡聚体(多亚基聚体)、有治疗或工业应用前景的复杂结构。在蛋白质的世界里,氨基酸以长链的形式相连,折叠成复杂的三维结构,赋予蛋白质重要功能。自20世纪70年代以来,科学家一直致力于根据氨基酸序列预测蛋白质结构,但这是一项极其艰巨的任务。因为有些氨基酸和其他氨基酸相互作用,有些氨基酸则具有疏水性。而且氨基酸链形成了复杂的形状,使精准确定蛋白质结构难上加难。

事实上,机器学习领域的元老级人物约翰·霍普菲尔德和杰弗里·欣顿斩获诺奖,如诺奖官方公告所说正是因为“运用物理学的工具”。今年的诺贝尔物理学奖不仅是对两名科学家成就的肯定,更是极大强调了跨学科研究的重要性,向人们展示了物理学的深刻洞见与计算机科学创新“碰撞”可以产生的巨大能量。

当前人们谈论人工智能时,经常指的是使用人工神经网络的机器学习。诺贝尔物理学委员会秘书乌尔夫·丹尼尔松对记者强调,神经网络在物理学中的研究和应用已经持续了相当长一段时间,本次诺贝尔物理学奖并非颁发给过去几年人工智能的发展,不是针对大语言模型或类似的东西,而是针对基础发明。

远在人工智能成为今天的科技热词之前,这两名科学家从20世纪80年代起就在神经网络领域做出了重要工作。这项技术最初的灵感来自大脑的结构。就像大脑中大量神经元通过突触相连一样,神经网络由大量的“节点”通过“连接”组成。每个节点就像一个神经元,而连接的强弱则类似于突触的强度,决定了信息传递的效果。

1982年,美国科学家约翰·霍普菲尔德创建了一种用于机器的联想记忆方法,提出了一种革命性的网络结构,被称为“霍普菲尔德网络”。这个网络能够存储多个模式(比如图像),并且在面对不完整或有噪声的输入时,能够重构出最相似的模式。英国裔加拿大科学家杰弗里·欣顿在此基础上更进一步,他希望机器能像人类一样

自主学习 and 分类信息,于1985年和同事提出了“玻尔兹曼机”的网络模型,这个名字源于19世纪物理学家路德维希·玻尔兹曼的方程。该模型通过统计物理学中的玻尔兹曼分布来识别数据中的特征,成为了现代深度学习网络的基础。欣顿的研究继续推进,导致了当前机器学习领域爆炸式的发展。爱兰都柏林三一学院认知神经科学教授罗德里·丘萨克8日评论指出,人工智能网络最初受到神经科学的启发,并且两者之间的相互作用持续蓬勃发展。神经网络已被证明是大脑学习过程的宝贵模型,机器正在帮助我们了解自己,这反过来又为技术发展提供了新的途径。如果没有霍普菲尔德和欣顿的开创性工作,这一切都不可能实现。霍普菲尔德和欣顿的工作不仅推动了机器学习的发展,还对物理学产生了深远影响。正如丹尼尔松当天在接受记者采访时所说,物理学的原理为两名科学家提供了思路,同时,神经网络在物理学中也得到了广泛应用,催生新的惊人发现。诺贝尔物理学委员会主席埃伦·穆恩斯在当天的新闻发布会上表示,两名获奖者利用统计物理的基本概念设计了人工神经网络,构建了机器学习的基础。相关技术已被用于推动多个领域的研究,包括粒子物理、材料科学和天体物理等,也已用于日常生活中的人脸识别和语音翻译等。机器学习迅速发展不仅带来了巨大的机遇,也引发了人们对于伦理和安全方面的担忧。穆恩斯当天在发布会上强调,人类有责任以安全且道德的方式使用这项新技术,以确保它能作为全人类带来最大的利益。欣顿当天在接受电话连线采访时表示,这一技术将对社会产生巨大影响,但也必须警惕这一技术可能造成的威胁。丹尼尔松也指出,机器学习与基因编辑等众多前沿技术的发展是“双刃剑”,人们必须警惕出现坏的结果。在这方面,尤其需要全球合作。(综合自人民网、中国青年报、新华网)



## AI领域“大丰收”

至此,2024年诺贝尔奖中,科学类的三个奖项:生理学或医学奖、物理学奖、化学奖已全部揭晓,AI领域无疑成为了“最大赢家”。

尤其是“物理学奖花落AI”,出乎了许多人的意料。在奖项揭晓前的各种预测中,几乎从未出现过这两位获奖者的名字。然而,回顾两位科学家的研究成果,人们不难理解其获奖原因。正如诺贝尔奖委员会所评价的:“尽管计算机无法思考,但现在,机器已经可以模仿人的记忆并具备学习等功能。今年的物理学奖得主为实现这一目标作出了贡献。”

今年诺贝尔三大科学奖两项颁给了AI,深刻反映出AI技术作为一股不可忽视的力量,在全球科研舞台上的崛起与影响。

在复旦大学物理学系教授施郁看来,机器学习的重要研究和发展,与物理学有着千丝万缕的关系。一方面,物理学早已突破传统领域,研究的范围更广;另一方面,随着AI工具被广泛使用,越来越多的科

人员也正使用机器学习,继续拓展着物理、化学、生物等研究边界。

中国科学技术大学生命科学学院教授刘海燕表示,AlphaFold2获奖在自己的预期之内,但没想到会来得“这么快,这么早”。

此外,今年的诺奖也引发了科学界对于交叉研究的深入讨论。近年来,诺贝尔物理学奖越来越垂青于那些跨越多个学科领域的交叉研究。从2020年颁给数学家彭罗斯,到2021年颁给研究复杂系统的气象学家真锅淑郎和克劳斯·哈塞尔曼,再到今年的霍普菲尔德和辛顿,这些获奖者无一不是“跨界高人”。

今年的诺贝尔物理学奖和化学奖颁给AI领域的科学家,不仅是对他们卓越贡献的肯定,更是对科学界的一次深刻启示:在未来的科学探索中,技术与学科的交叉融合将成为常态,而AI作为这一融合过程中的核心驱动力之一,将推动科学研究不断突破传统框架,实现更加深远、更加广泛的创新。

## 机器学习获诺奖凸显跨学科研究的惊人力量

8日宣布的2024年诺贝尔物理学奖“意外”垂青机器学习,让多个诺奖预测集体“翻车”,就连获奖者之一的杰弗里·欣顿也坦言自己“完全没想到”。看似不属于传统物理学任何一个分支领域的成果斩获诺奖,让不少学者开玩笑说诺贝尔物理学奖在跟计算机界的图灵奖“抢饭碗”。

事实上,机器学习领域的元老级人物约翰·霍普菲尔德和杰弗里·欣顿斩获诺奖,如诺奖官方公告所说正是因为“运用物理学的工具”。今年的诺贝尔物理学奖不仅是对两名科学家成就的肯定,更是极大强调了跨学科研究的重要性,向人们展示了物理学的深刻洞见与计算机科学创新“碰撞”可以产生的巨大能量。

当前人们谈论人工智能时,经常指的是使用人工神经网络的机器学习。诺贝尔物理学委员会秘书乌尔夫·丹尼尔松对记者强调,神经网络在物理学中的研究和应用已经持续了相当长一段时间,本次诺贝尔物理学奖并非颁发给过去几年人工智能的发展,不是针对大语言模型或类似的东西,而是针对基础发明。

远在人工智能成为今天的科技热词之前,这两名科学家从20世纪80年代起就在神经网络领域做出了重要工作。这项技术最初的灵感来自大脑的结构。就像大脑中大量神经元通过突触相连一样,神经网络由大量的“节点”通过“连接”组成。每个节点就像一个神经元,而连接的强弱则类似于突触的强度,决定了信息传递的效果。

1982年,美国科学家约翰·霍普菲尔德创建了一种用于机器的联想记忆方法,提出了一种革命性的网络结构,被称为“霍普菲尔德网络”。这个网络能够存储多个模式(比如图像),并且在面对不完整或有噪声的输入时,能够重构出最相似的模式。英国裔加拿大科学家杰弗里·欣顿在此基础上更进一步,他希望机器能像人类一样

自主学习 and 分类信息,于1985年和同事提出了“玻尔兹曼机”的网络模型,这个名字源于19世纪物理学家路德维希·玻尔兹曼的方程。该模型通过统计物理学中的玻尔兹曼分布来识别数据中的特征,成为了现代深度学习网络的基础。欣顿的研究继续推进,导致了当前机器学习领域爆炸式的发展。爱兰都柏林三一学院认知神经科学教授罗德里·丘萨克8日评论指出,人工智能网络最初受到神经科学的启发,并且两者之间的相互作用持续蓬勃发展。神经网络已被证明是大脑学习过程的宝贵模型,机器正在帮助我们了解自己,这反过来又为技术发展提供了新的途径。如果没有霍普菲尔德和欣顿的开创性工作,这一切都不可能实现。霍普菲尔德和欣顿的工作不仅推动了机器学习的发展,还对物理学产生了深远影响。正如丹尼尔松当天在接受记者采访时所说,物理学的原理为两名科学家提供了思路,同时,神经网络在物理学中也得到了广泛应用,催生新的惊人发现。诺贝尔物理学委员会主席埃伦·穆恩斯在当天的新闻发布会上表示,两名获奖者利用统计物理的基本概念设计了人工神经网络,构建了机器学习的基础。相关技术已被用于推动多个领域的研究,包括粒子物理、材料科学和天体物理等,也已用于日常生活中的人脸识别和语音翻译等。机器学习迅速发展不仅带来了巨大的机遇,也引发了人们对于伦理和安全方面的担忧。穆恩斯当天在发布会上强调,人类有责任以安全且道德的方式使用这项新技术,以确保它能作为全人类带来最大的利益。欣顿当天在接受电话连线采访时表示,这一技术将对社会产生巨大影响,但也必须警惕这一技术可能造成的威胁。丹尼尔松也指出,机器学习与基因编辑等众多前沿技术的发展是“双刃剑”,人们必须警惕出现坏的结果。在这方面,尤其需要全球合作。(综合自人民网、中国青年报、新华网)

## 微小RNA蕴藏基因调控之谜

## 他们让人工智能学会「智能」

## 用AI破译蛋白质结构「密码」