

# 新型光学原子钟比铯钟精度高千倍

科技日报北京1月21日电(记者张梦然)德国联邦物理技术研究院团队成功开发出一系列先进的光学原子钟,其中包括单离子钟和光晶格钟。这些新型时钟展示了前所未有的精度,可比现有的定义国际单位制中“秒”的铯原子钟精确1000倍以上。相关研究成果发表在最新一期《物理评论快报》上。

下一代原子钟利用激光频率作为计时基础,其频率大约是当前铯原子钟所使用的微波频率的100000倍。尽管还在评估阶段,但部分现有光学原子钟的准确性已经达到了铯钟的100倍。随着

进一步的测试和全球范围内的对比,它们有望成为重新定义“秒”的关键工具。

在光学原子钟的工作原理中,原子被特定频率的激光照射,这导致原子改变其量子态。为了确保这种转变发生,必须保护原子不受外界干扰,并且要精确测量任何剩余的影响。对于含有囚禁离子的光学原子钟而言,这一过程特别有效。离子可以被电场捕获,在真空中保持在极小的空间内,从而实现接近理想、无干扰的量子系统。因此,离子钟的相对系统不确定度能够达到小数点后18位以外的水平。换句话说,如

果从宇宙大爆炸开始计时,这样的时钟最多只会有一秒的误差。

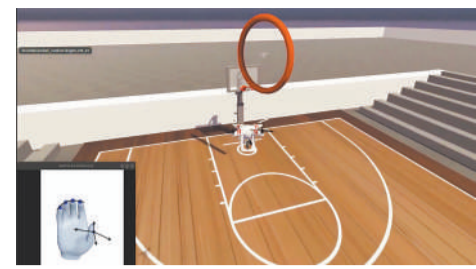
传统上,这些时钟依赖于单一的时钟离子发出的信号,需要长时间(有时长达两周)来测量频率。为提高效率,新开发的时钟引入了并行化处理,即多个不同种类的离子可以在同一离子阱中同时被捕获。这些离子相互作用形成晶体结构,并结合不同类型的离子特性来增强性能。

此次团队选择了镱离子,因其具备实现高精度的优越属性,并添加铷离子用于有效的冷却。同时,他们通过创新

方法解决了既往难点,使得新时钟精度接近小数点后18位。

在比较测量中涉及了德国联邦物理技术研究院的另外两个光学时钟系统和一个微波时钟系统——单离子铯钟、镱晶格钟及铯喷泉钟。铯钟与铷钟之间的比率首次达到了总体不确定度的要求,符合重新定义“秒”所需的严格标准。

该方案预示着新一代高度稳定和精确的光学离子钟的到来。它不仅适用于其他类型的离子,而且为全新的时钟概念铺平了道路。



患者利用手指对应的皮层内脑机界面控制虚拟四轴飞行器在随机出现的圆环中穿梭(视频截图)。

图片来源:《自然·医学》/美国密歇根大学

科技日报北京1月21日电(记者张梦然)《自然·医学》杂志21日发表的一项研究报告称,一种手术植入的脑机接口系统能通过精准侦测和解码瘫痪患者的神经元活动,转为“手指动作”,使其可在电子游戏中自如驾驶虚拟四轴飞行器。

在美国有超过500万人患有严重运动障碍。虽然患者的许多基本需求能得到满足,但他们的社交和休闲需求仍有待满足,例如玩电子游戏。脑机接口系统被认为是恢复运动的一个潜在解决方案,但目前这一技术难以处理复杂动作,例如单个手指运动,而这可帮助他们进行打字、玩乐器或使用游戏手柄等活动。

美国密歇根大学研究团队开发了一个脑机接口系统,能持续记录大脑多个神经元的电活动模式来译码复杂运动。该系统被植入一位上下肢瘫痪患者的左侧大脑中央前回(该脑区负责手部运动控制)。在患者观察一只虚拟手进行多种动作时,记录下其神经活动,然后团队成员利用机器学习算法,识别与特定手指动作有关的信号。

利用这些信号,该系统可以准确预测手指运动,让患者能控制3组差异很大的手指组合,包括虚拟手掌的二拇指运动。该系统实现了前所未有的运动精度和自由度。

团队随后将这种手指控制的应用扩展到一个电子游戏里。通过对脑机接口解码的手指动作进行编程,控制一个虚拟四轴飞行器的速度和方向,让瘫痪患者可在电子游戏中驾驶该装置越过多种障碍赛道。

科技不仅能满足人的基本需求,还可以满足更为高级的娱乐需求。此次,美国的研究团队开发了一个脑机接口系统,能让有运动障碍的患者玩电子游戏,驾驶虚拟飞行器在游戏世界穿梭。其实,四肢健全的人要玩好电子游戏都有一定难度,因为它需要手眼脑的高度配合。而让上下肢瘫痪患者用脑子玩转电子游戏,更需要对大脑信号的快速捕捉和精准译码。为了让身体受损患者享受游戏带来的乐趣,科研人员正在进一步升级脑机接口技术,也带来了更多变革。

## 精准侦测和解码神经元活动 脑机接口助瘫痪患者操控虚拟飞行器

总编辑视点  
环球科技24小时  
24 Hours of Global Science and Technology

## “种子”信号放大器可增强空间通信

科技日报北京1月21日电(记者张佳欣)据最新一期《IEEE微波与无线元件快报》报道,欧洲空间局(ESA)研发了一个比草种子还要小巧的信号放大器(也被称为“种子”信号放大器),旨在弥补当前的技术空白,助力未来的雷达观测和太空通信任务。

这款集成电路是一个低噪声放大器,尺寸仅为1.8毫米×0.9毫米。它性能卓越,任务是将其微弱的信号增强到可用水平。

这款信号放大器采用氮化镓硅基技术制造,比之前的设计更能承受高输入功率信号。目前,这款低噪声放大器的功能已在ESA的外部高频实验室VTT Millilab进行了测试。

未来,它可能会被用于雷达任

务。在这些任务中,仪器接收到的微弱信号是从地球表面反射回卫星的雷达回波。同时,它也会被用于电信任务中,来自地球的通信信号会被卫星放大后再传回地球,用于宽带接入或广播服务。

这款电路的设计源自ESA一项拟议中的任务需求,即“Wivern”地球探测计划。该计划将首次对云层和降水中的风速进行测量,同时提供雨雪冰水的剖面信息,以改善危险天气的预报,并为深入研究剧烈风暴提供新见解。为实现这一目标,Wivern将采用W波段雷达信号。在实际操作中,这意味着需要发射高达数千瓦的功率,而任务的接收系统必须能应对这种高功率发射带来的信号泄漏问题。

## 新发现或能预警早产风险

科技日报北京1月21日电(记者张佳欣)美国加州大学旧金山分校团队发现,小鼠体内存在一种分子计时器,在怀孕最初几天就会被激活,并影响小鼠的分娩时间。如果相同的一组分子在人类妊娠中所起的重要作用也被证实,未来将有助于识别有早产风险的女性,并采取干预措施。相关论文21日发表在《细胞》杂志上。

人类正常妊娠周期在38至42周之间,而所有分娩中有10%为早产儿,即妊娠期不足37周,这会使婴儿面临一系列并发症风险。

团队此次关注到一种名为KDM6B的蛋白质,其能调节基因活性。KDM6B通过从组蛋白上去除甲基化基团而发挥作用。

KDM6B在妊娠最初几天就会调节成纤维细胞,影响妊娠时间长短。

小鼠实验显示,在受孕后不久,子宫成纤维细胞中某些基因附近的组蛋白上会出现更多的甲基基团。这些基因会保持非活性状态,从而使子宫能够支持妊娠。

在妊娠期间,这些组蛋白上的甲基化水平会以缓慢而稳定的方式逐渐降低,最终达到足够低的水平,从而激活附近的与分娩等妊娠事件相关的基因。这种无需KDM6B参与的甲基化水平降低过程,起到了计时器的作用。

当团队阻断KDM6B时,小鼠的妊娠期变得更长,且幼崽的出生时间晚于往常。团队猜测,一些女性在开始妊娠时组蛋白甲基化水平就低于正常水平,这可能导致甲基化水平迅速降低,从而过早地激活与分娩相关的基因。

## 今日视点

◎本报记者 刘霞

人工智能(AI)初创公司xAI创始人埃隆·马斯克近日表示:“在AI训练中,我们现在基本上耗尽了人类知识的累积总和。”之前研究也表明,人类生成的真实数据将在2到8年内消耗殆尽。鉴于真实数据日益稀缺,为满足AI的“胃口”,科技行业正转向使用合成数据。

澳大利亚“对话”网站在本月稍早时间报道中指出,合成数据具有诸多优势,但过度依赖合成数据也可能削弱AI的精确性和可靠性。

### 合成数据应运而生

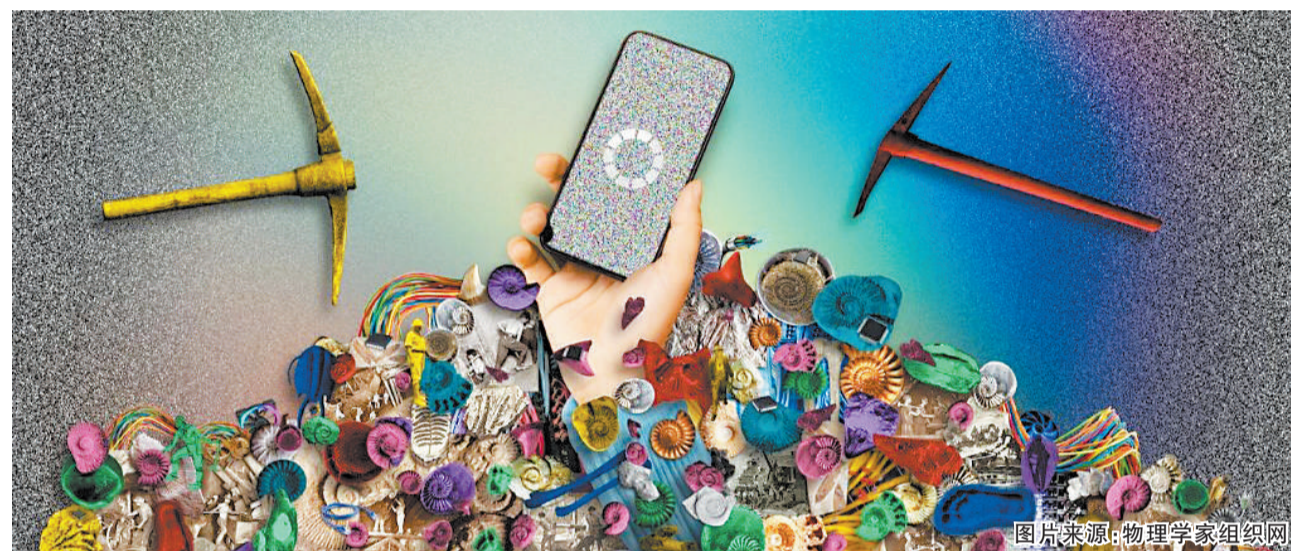
以往,科技公司主要依赖真实数据来构建、训练和改进AI模型。真实数据是指由人类创建的文本、视频和图像。它们通过调查、实验、观察或挖掘网站和社交媒体等途径被收集而来。

真实数据因蕴含真实事件以及其场景和背景而极具价值,但其并非尽善尽美。它可能掺杂拼写错误、不一致或无关的内容,甚至潜藏严重偏见,导致生成式AI模型在某些情况下创建的形象仅展示男性或白人形象。

但真实数据日益匮乏,因为人类生成数据的速度赶不上AI不断增长的需求。

美国开放人工智能研究中心联合创始人伊利亚·苏茨克维尔在去年12月举行的机器学习会议上声称,AI行业已触及他所称的“数据峰值”,AI的训练数据如同化石燃料一样面临着耗尽的危机。此外,有研究预测,到2026年,ChatGPT等大型语言模型的训练将耗尽互联网上所有可用文本数据,届时将没有新的真实数据可供使用。

为给AI提供充足的“养分”,一种由算法生成的、模仿真实世界情况的数据——合成数据应运而生。合成数据是在数字世界中创造的,而非从现实世



图片来源:物理学家组织网

界收集或测量而来。它可以作为真实世界数据的替代品,来训练、测试、验证AI模型。

从理论上来说,合成数据为训练AI模型提供了一种经济高效且快捷的解决方案。它有效解决了AI训练使用真实数据时饱受诟病的隐私问题和道德问题,尤其是涉及个人健康数据等敏感信息时。更重要的是,与真实数据不同,合成数据在理论上可以无限供应。

研究机构高德纳公司估计,2024年AI及分析项目使用的数据中,约60%是合成数据。到2030年,AI模型使用的绝大部分数据将是由AI生成的合成数据。

### 科技公司来者不拒

事实上,微软、元宇宙平台公司,以及Anthropic等众多科技头部企业和初创企业,已经开始广泛使用合成数据来训练其AI模型。

例如,微软在1月8日开源的AI模型“Phi-4”,便是合成数据携手真实数据训练的;谷歌的“Gemini”模型也采用了类似方法。Anthropic公司也利用部分合成数据,开发出其性能最优的AI系统之一“Claude 3.5 Sonnet”。苹果自研AI系统Apple Intelligence,在预

训练阶段,也大量使用了合成数据。随着科技公司对合成数据的需求与日俱增,生产合成数据的工具也接踵而至。

英伟达公司发布的3D仿真数据生成引擎Omniverse Replicator,能够生成合成数据,用于自动驾驶汽车和机器人训练。去年6月,英伟达开源了Nemotron-4340b系列模型,开发者可使用该模型生成合成数据,用于训练大型语言模型,以应用于医疗保健、金融、制造、零售等行业。在医疗、金融等专业领域,该模型能够根据特定需求生成高质量的合成数据,帮助构建更为精准的行业专属模型。微软推出的开源合成数据工具Synthetic Data Showcase则旨在通过生成合成数据和用户界面,实现隐私保护的数据共享和分析。亚马逊云科技推出的Amazon SageMaker Ground Truth也能为用户生成数十万张自动标记的合成图像。

此外,去年12月,元宇宙平台公司推出开源大模型Llama 3.3,更是大幅降低了生成合成数据的成本。

### 过度依赖风险难测

尽管合成数据暂时解决了AI训练的燃眉之急,但它也并非尽善尽美。

检查人类无法探及的飞机部件等工作。相关论文发表于最新一期《科学·机器人》杂志。

为使微型飞行器机器人灵活机动,必须使其身形轻盈敏捷,同时能承受巨大的外力。因为这种力会使大多数微型机器人飞行约20秒后就解体,导致科

学家很难收集足够的数据,来正确校准并测试机器人的飞行能力。

麻省理工学院科学家开发的新款昆虫飞行机器人,不仅能够空中盘旋15分钟,还能执行向前(后)翻滚等特技动作。

新研究采用了传统飞行机器人

的设计方案,但机器人很多部位由关节相连,大幅提升了其灵活性和弹性。同时,这种设计使关节的受力仅为原来的百分之一。研究团队还使用类似肌肉的软执行器来驱动翅膀,而非像传统飞行机器人那样使用标准的电动机。

## 仿昆虫微型机器人飞行长达15分钟

科技日报讯(记者刘霞)美国麻省理工学院科学家受昆虫启发,成功研制出一款邮票大小的飞行机器人。这款机器人能在空中飞行15分钟,超过以往所有昆虫大小飞行机器人的飞行时长。而且,其拥有极佳的灵活性,能表演翻滚等特技动作,可用于植物授粉或

## 性情大变是否预示患上阿尔茨海默病

## 科普园地

◎本报记者 张佳欣

记忆力衰退,言语令人费解,行为变得怪异,突然发脾气、摔东西,曾经游刃有余的工作如今变得力不从心,甚至生活难以自理……一些老年人的性格和行为似乎在一夜之间发生了翻天覆地的变化。

有科学家认为,这样的性情大变意味着老人可能患上了阿尔茨海默病。然而,美国北亚利桑那大学的科研人员

大井克也对这些看似直观的关联提出了质疑。他认为,将性格大变直接等同于记忆力衰退的预警灯,就像是仅凭一张模糊的照片就断定一个人的身份,太过草率了。

在大井克也的实验室里,堆积如山的数据来自一项跨越十多年的庞大健康研究,涉及12000多名50岁以上的美国人。大井克也团队着手分析了这些人的神经质、开放性、外向性、宜人性和尽责性,是如何随着紧张的生活变化和记忆力受损而发生的。

结果令人惊讶。平均而言,无论记

忆力是否衰退,研究对象在所有五大特质上都随时间推移出现下降,幅度不大,但意义重大。这一发现与现有研究相吻合,进一步证实了人们随着年龄增长,其个性特征往往会趋于平缓,同时在社交和情感层面变得更加内敛的普遍现象。

令他们更惊讶的是,这些变化与记忆力是否衰退关系不大,反而与生活中的风风雨雨紧密相连。失去亲人、经济拮据、健康问题……这些来自生活的压力,竟然成了塑造老年人性格的“隐形之手”。

有些人调节情绪的能力下降,这表

明他们神经质特质增加。研究发现,在8年时间里,与压力相关的事件能够解释神经质变化中的25%到35%,这可比记忆力衰退的“嫌疑”大多了。

很多临床医生看到老年人性格突然出现大变化,就会联想到记忆问题,好像是找出阿尔茨海默病的妙招。但新研究表明,这种关联并不一定是正确的。如果一看到性情大变就断定老人患了阿尔茨海默病,这很有可能误诊,甚至对其心理造成二次伤害。大井克也强调,减轻社会压力,特别是减少不平等压力,才更能保护大脑抵抗岁月的“侵袭”。