

据媒体报道,中国科学家郭光灿院士团队日前将光存储时间提升至1小时,刷新了2013年德国科学家团队创造的光存储1分钟的世界纪录,向实现量子U盘迈出重要一步。

量子U盘技术中用到的光存储,和现有的光存储技术是两码事。那么,常见的光盘如何存储数据?量子U盘又如何存储光?我们为何要实现这种存储?“留光”1小时的难度与意义何在?请看解读。

「留光」一小时意味着什么

李瑞

的各种终端,除了对信息传输有所需求外,同样离不开信息存储。当你把自拍照片通过微信传递给亲友时,照片先通过WiFi或者运营商的无线网络进行传输,当它们到达对方手机时,已存入手机的微信缓存中了。未来,当量子通信和量子计算机真正走向实用化时,如今的计算机和整个通信网络都要“大洗牌”,我们不得不重新开发相应的传输和存储技术。

光盘是这样存储信息的

我们常见的CD-ROM等光盘,就是利用光进行信息存储的典型例子。首先,通过激光烧制光盘背面的特殊材料,在光盘上留下一个个“坑”。在光驱读取光盘信息时,激光光斑会扫描光盘表面的指定位置,没有“坑”的地方就会明显地反射光。这种状态对应电路中的“通”,记为“1”。有“坑”的地方发生反射不明显,对应电路中的“断”,记为“0”。这样,在扫描过程中就能得到一系列包含“0”和“1”的信息串。通过这一原理,可利用光对信息进行写入和读取。所以,我们日常生活中所说的光存储,其实并没有储存光本身,而是储存了一系列可用光来读取的图案(信息)。那么,量子通信中的光存储技术又是怎么样一回事呢?

用量子U盘“冻结”光

通过“0”和“1”的方式获取信息,仅仅利用了光路的通断,光所包含的其他维度信息(如光的偏振、振幅、频率和相位等等)几乎完全被忽略。这就好比买了一辆法拉利跑车,专门用来买菜一样,简直是大材小用。因此,科学家不断创新其他方式,以期尽可能地利用光的多信息维度,实现新奇有趣的应用。量子计算机技术中的量子U盘,就可利用光存储来实现。不过,这里的光存储跟上面说过的光盘可完全是两回事,我们可称之为“量子光存储”。说起量子,很复杂。不过,我们只要知道两个基本知识点即可:量子世界和宏观世界是完全不同的两个世界,宏观世界中能利用的原理到了量子世界就可能完全失效。很多人会问,既然我们能利用光来读取光盘上的信息,那么把这套技术沿用到量子计算机不就可以了吗?利用光路通断来存储和读取信息,在量子世界里偏偏行不通,光路通断毕竟是光最基本的属性。单纯控制一个光路通断,就好比用手机筒给细菌打暗号,对方根本就不懂。

认识一下量子光存储

有人可能会问,既然光存储在量子世界可能不好使,我们为何还要拼命开发相关技术呢?毕竟,现在并非只有光存储这一种信息存储手段,磁存储(例如传统硬盘)和电存储(例如U盘和SSD)在我们工作生活中也十分常见。其实,光、电、磁在本质上有很多相似之处,各种量子存储基本上都是光、电、磁的综合运用。就像前面所说,进入量子计算机和量子通信的世界,需要人类全力以赴,各种能用上的技术目前都处在火热的开发阶段。从目前来看,量子光存储与量子计算有着良好的匹配度,发展前景远大。那么,量子光存储到底是如何实现的呢?说起信息的存储,那必然得有介质。磁带、磁盘、闪存甚至在我们的大脑中,都存在着存储信息的介质(即某

种形态的物质)。我们不可能凭空保存信息,就像湿滑的地面会留下脚印、晒伤的皮肤会发红变黑一样,各种形式的信息都要通过介质来留下痕迹。光作为一种信息,与介质之间存在哪些交互呢?最简单的交互,当然是介质对光路的遮挡。除此以外,还有介质对光的反射、折射以及干涉和衍射。当然,在量子计算的世界里,光与介质之间还有更多神奇的交互方式。

光进入介质会发生什么

首先,光和介质原子间可能会发生相互间状态的传递,这种传递的具体作用方式异常复杂。我们可把这种状态传递想象为风拂过麦田,麦子随风舞动。风和麦田之间就存在一种状态传递关系。风越大,麦子就越倾斜;相反,麦子不太倾斜,那就说明风不太大。光经过原子,它们之间也会产生类似的联系,光的状态(其实就是光携带的信息)就会传递到原子上。其次,原子还能降低“光速”。注意,这里的光速带有引号,它并非真正的光速,而是一个叫作“光的群速度”概念。光的群速度是光在和介质交互过程中产生的一个现象。大家可设想下面的情景:快艇从水面飞速掠过,激起的涟漪从船尾向两侧缓缓散开。光就好比是快艇,而涟漪就好比是群速度,介质就是水面。虽然快艇一骑绝尘眨眼不见,水面上的阵阵涟漪却告诉我们它曾经来过。风吹麦浪和快艇飞驰的例子虽然并不完全精准,但它们很好地描绘了光与介质交互过程中发生的物理图景——光能在一个时间段内,把自己的信息传递给介质。如上面所说,介质其实就是物质,物质本质上都是由原子组成的。理论上来说,光经过任何物质时都会发生上面描述的过程,这便是量子光存储所依赖的基本原理。需要注意的是,“存储”的并非光本身,而是光的某些状态,有点“雁过拔毛”的意思。但不同物质性质千差万别,它们和光作用后也并非都能产生十分明显的量子交互效应。所以,量子光存储所依赖的物质都非常特殊。如本次郭院士团队采用的就是掺杂杂硅酸铋系综。我们把这个“系综”理解成一团物质的集合即可。那么,掺杂杂硅酸铋系综到底有何“牛”的本领,能让量子光存储时间提升到了1小时的水平呢?

提高量子光存储的寿命

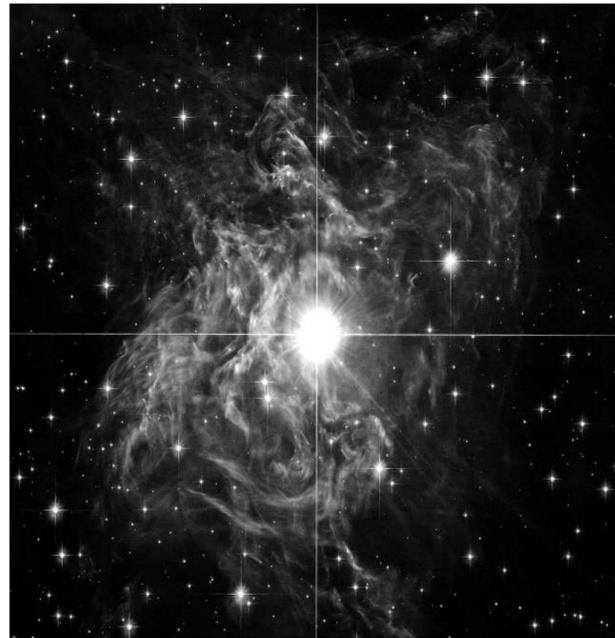
之前,光虽然被科学家们用各种特殊的物质加上各种特殊的手段“存储”下来,但存储寿命很短。因此,设法提高光存储的寿命就成了科学家们需要攻克的新目标。据公开报道,之前最接近实际使用的量子光存储是潘建伟教授研究组基于铷原子系综的冷原子存储器,这一存储器实现了0.22秒的存储寿命和76%的存储效率。但人们发现,基于固态系统,例如掺杂稀土的离子系统,可以提供更长的光存储寿命。近期,郭光灿院士团队就在此方面取得了重要突破,他们将量子光存储信息时间提升至1小时。上面提到的掺杂杂硅酸铋系综,存在一个铷离子系统,可很好地抵御环境中的磁场扰动,因此能大大提升量子光存储的稳定性。量子光存储的寿命虽然仅仅提升到了1小时,但这短暂的1小时是量子通信和量子计算机技术发展的一大步。

造父变星:人类新的量天尺

李会超

科学家聊宇宙

对于距地球在100秒差距内的恒星,周年视差法是适用的。当天体与地球距离超过这个范围时,由于地球公转造成的恒星周年视差将小得难以测量,天文学家必须采用其他方法来标定我们与这些遥远天体的距离。当我们打开台灯时,如果希望得到更明亮的照明效果,可以调整台灯灯头,使它更接近桌面,或者把我们读写的位置挪近台灯。距离光源越近,就能得到光源越明亮的照射,这是我们的日常经验。物理学家经过研究,发现接收到光源的辐射强度和观察者与光源的二次方成反比。对于天空中的恒星来说,我们可测量出它们在地球上观测到的亮度。如果还能通过特定的方式测定它们本身发射光线的亮度,就能根据亮度随距离衰减的关系,推算出恒星与我们的距离。那么,如何获得恒星本身发光的亮度呢?天文学家显然无法飞到遥远的恒星附近去观察。不过,通过那些距我们相对较近、能用三角视差法测得距离的恒星,天文学家即可推算出它们本身的亮度。在19世纪中后期,天文学家又拥有了探究恒星秘密的新法宝:光谱仪。光谱仪可将各个波长的光信号从混杂信号中分离出来,天文学家通过它了解每个天体发射的辐射在哪些波段比较强,从而获取天体的光谱信息。通过距离已知的恒星光谱观测,人们已发现不同光谱间强度的比值和它实际亮度之间存在着一个经验关系。就像我们了解一个人身高和体形后,能大致推算出他的体重一样。科学家从这个经验关系中,可利用光谱信息推算出恒星本身大致的亮度。通过恒星本身亮度和我们观测到的亮度间的比值,来推算出遥远天体的距离。这种测距方法被称为分光视差法。分光视差法可将我们丈量天空的距离扩展到大约10万秒差距。而距离



银河系中的船尾座RS造父变星。

我们更远的恒星,由于过于暗弱,即便是目前威力最强大的望远镜也难以获得它的光谱信息。因此,测量比10万秒差距更远的恒星距离,就要依靠一种特别的天体——造父变星。18世纪的天文学家发现,夜空中有一类特别的恒星,其亮度会随着时间变化,在几天时间里经历先变亮、再变暗、最后又恢复到原来亮度的过程。天文学家称其为变星。仙王座beta星是最先被注意到的变星之一,这颗星在中国被称为“造父”。时至今日,我们已经了解到,这种变星亮度发生变化的原因,是整颗恒星处于反复收缩、膨胀的脉动状态。这个类型的变星被统称为造父变星。上世纪初,美国哈佛天文台的一位天文学家,在观察小麦哲伦星云中的若干颗造父变星时,发现越明亮的造父变星,其亮度变化周期越

短。虽然当时小麦哲伦星云的距离尚未准确测定,但同一星团中的造父变星与我们的距离基本相同。因此,明暗差异不可能是距离差异造成的,只可能来自于造父变星本身的性质差异。经过对银河系内的造父变星作进一步研究后,天文学家终于得到了造父变星本身亮度和变化周期之间的关系,并将其称为周光关系。一旦我们在遥远的星团中发现了造父变星,根据周光关系可确定其本身亮度,再根据地球上实测的亮度,就可确定造父变星本身及星团内其他恒星与我们的距离。通过造父变星这把新的量天尺,人们可丈量的距离增大到了约一千万秒差距。对于再远的天体,造父变星已经暗弱得难以观测,我们必须找到新的方式来增长我们的量天尺了。

人机协同作战并不遥远

魏岳江 于童

人机协同作战,是指至少一支作战部队与无人系统在联合指挥机构统一指挥下共同实施的作战行动。随着5G技术、大数据、AI等技术不断运用于军事领域,无人系统的感知认识、分析判断、自主决策等能力不断提升。这些都为人机协同作战带来无限可能。以前,无人系统主要依赖于人类预先输入固定的程序,让其执行各类侦察保障任务。它们被广泛应用于探测、打撈、救援、海底勘探、反水雷作战等领域。由于无人系统在作战保障方面具备人所不具备的特殊能力,世界各国开始竞相研制和使用无人系统。不过,当时的无人系统仍无法独立作战。自人工智能出现后,被AI加持的无人系统开始具有一定的分析、思考与决策能力,已列入许多国家的军事发展计划。无人智能系统有着机动能力强、成本低、隐身性能好等多重优势,在恶劣条件、危险系数高的任务中可代替人类执行作战任务。2021年2月,俄媒首次公开披露了“猎户座”无人机向地面恐怖分子目标设施进行自主精确打击的场景。由此可见,AI化的无人系统可以在无人操作条件下,自主完成侦察、搜索、瞄准、攻击目标及情报的处理、分析等任务。美国的机器人“哨兵”,能测出声、火、烟、风等异常物体有关数据,并对可疑目标发出口令。倘若目标口令错误,“哨兵”则迅速进入战斗模式。据报道,英国研究人员已开发出一种用于控制飞船模拟器的脑机接口装置,戴在测试者头上后,可成功控制飞船模型飞行,有望将意念操控技术运用于未来作战。指挥官和操作人员置身指挥所

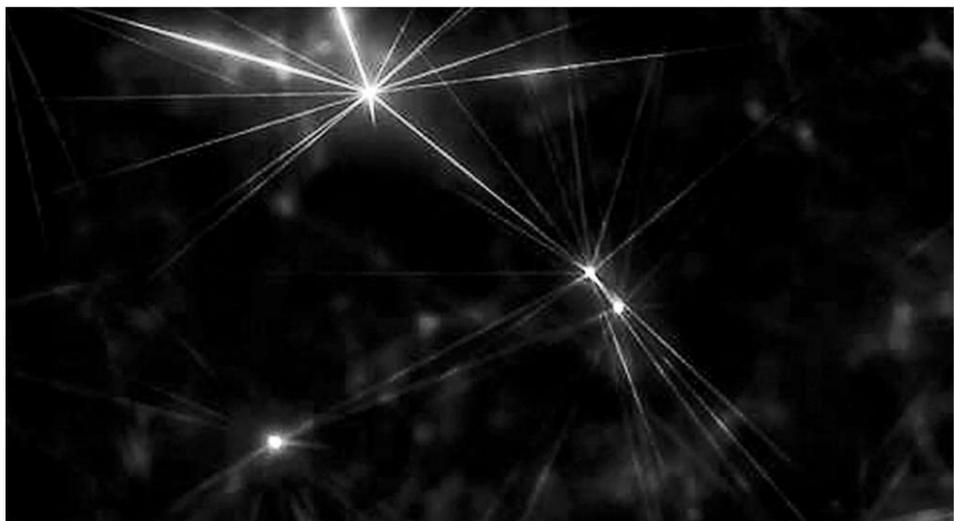


胡三银绘

内,看着屏幕显示器就能指挥成建制机器人部队;单兵佩戴智能头盔,不仅能通过转动摄像头和传感器平台观察机器人行为动作,也可控制机器人行动;飞行员通过佩戴智能头盔显示器,便可指挥控制一小批在附近飞行的无人机群或各种平台放飞的多架小型无人机。如此一来,未来的单兵可控制几十台装配无人系统的战场机器人。只要在任务框架内赋予机器人一定的自主权,机器人便可根据战场情况变化独立作

战,或与有人部队、其他无人作战部队协同作战。AI向人类智慧逐渐演进,必将突破人们的想象力边界。5G的运用,让无人系统平台和作战人员得以在更广阔的空间内实现快速互联。可以预见,在不远的将来,指挥员会把越来越多的指挥权、决策权交给AI新算法。

AI与军事



光与掺杂杂硅酸铋系综发生交互的想象图。