

## 评“一维光声晶体微腔中实现声学量子态探测的关键技术”

尹璋琦

从20世纪80年代开始,伴随着引力波探测器(LIGO)等大项目启动,量子光学步入了快速发展时期。21世纪以来,以量子计算、量子通信和量子精密测量为代表的第二次量子革命兴起,更是极大促进了量子光学技术的进步,单光子探测器、单光子源、压缩光源及腔量子电动力学等技术纷纷走向成熟。量子光学的发展,让我们对光的操控和探测能力达到了前所未有的程度,利用光作为探测器,可以对时间、距离、频率等进行超高精度的检测。但是对于不透明的固态物质来说,光就很难发挥作用了。为支撑第二次量子革命技术的落地,人类对光乃至微波的操控已细致入微,从而可精确操控和测量固态量子比特及其周围的晶格振动(声子),量子声学随之兴起。声波在固态中的速度比光速低四五个量级,基于它有望实现对固态量子比特的局域操控。参照量子光学的发展,可以预计伴随量子声学的兴起,如下几个量子声学技术将得到极大发展:高质量的单声子源、高效率 and 保真度的单声子探测器、声子与二能级系统的强耦合(声学的QED)等。

该文基于硅光CMOS工艺,设计并实现了一个一维光声晶体微腔器件,在28 mK的极低温下对微腔的光学与声学模式进行表征,并利用脉冲光驱动和单光子探测的方法实现了对声学腔中声子数的精确测量。通过比较红边带驱动和蓝边带驱动下,散射光的光子计数区别,实验测出声学模的平均声子占据数为0.14,进入量子区域。在此基础上,未来可进一步发展基于声子的量子信息处理技术,如可扩展的量子逻辑门、固体内部量子声学成像等。

## 评“双通道耦合脉冲神经网络”

尚云

脉冲耦合神经网络(PCNN)是根据动物大脑皮层上的同步脉冲发送现象而定义产生的,它在图形分割、图像融合、图像细化及图像识别等方面具有重要作用。而其改进型,双通道PCNN模型非常适用于图像融合。量子计算是一种新型的计算模式,它具有叠加、纠缠等量子特性,使得在存储、处理和传输信息等方面具有比经典计算机更高的计算能力。由于量子计算具有极高的并行计算能力,其被广泛应用于计算机科学的各个领域,包括图像处理领域,如量子前馈神经网络、量子卷积神经网络等。

该文以双通道PCNN为基础,引入量子计算模式研究了双通道量子脉冲耦合神经网络(DQPCNN)。通过和双通道PCNN复杂度对比分析可知,双通道量子脉冲耦合神经网络模型比经典模型更高效。对比量子前馈神经网络,其复杂度也较低。而与量子卷积神经网络相比,该模型也具有一定的竞争力。通过仿真实验可知,DQPCNN在图像融合中能够达到与双通道PCNN相同的效果。

## 评“基于量子舒尔变换和图像的信息隐藏”

李晓瑜

第四科学范式数据科学的出现及大模型时代的到来,为信息和数据在社会生活方方面面中的应用,提出了更多、更高的要求,包括如何扩大信息传输容量、保证信息安全和私密性、有效提升数据计算效率等。其中信息和数据安全性问题的研究,不再局限于传统信息安全技术,而是有机结合第二次量子革命带来的技术变革,将秘密信息嵌入一个公开信息载体(文本、图像、音频等)中,在不破坏、不改变,甚至不被感知的情况下,构造量子纠缠态实现信息隐藏和传输的目的。图像作为最常用的多媒体信息载体,是经典信息隐藏技术的主要研究对象,量子图像自然而然也就成为量子信息隐藏技术的首要研究目标。

量子舒尔变换将特定应用中量子灰度图像代替彩色图像信息,降低了信息嵌入隐藏时的容量,对目标秘密信息进行压缩,从而有效增大了信息的传输容量。同时,在不造成量子图像质量损失的前提下,利用量子态的物理特性,将经过舒尔变换压缩的量子秘密信息编码到纠缠态的相位中进行传输,实现了秘密信息的隐藏,并保证了图像信息的安全隐蔽传输。