

★ 高技术前沿

从一个有趣的实验说起

了解“卷积神经网络”,要从一个有趣的实验说起。

20世纪60年代初,一次实验中,哈佛大学两位神经生物学家休伯尔和威泽尔将一只猫咪放到一台幻灯机前面。

幻灯片播放的画面不断变化,对猫咪进行持续视觉刺激,激活其视觉皮层中的相应细胞。同时,借助贴在猫咪颅骨底部的钨电极,两位神经生物学家捕捉到了猫咪脑细胞发出的信号。

他们发现,猫咪大脑中特定的细胞会对特定的视觉信息作出反应。线条、颜色、对比度、角度……在一个个画面中,有的神经元对画面中物体的边缘线条非常感兴趣,有的神经元对颜色比较敏感,这些神经细胞分工明确,共同帮助猫咪识别各种复杂的图像。

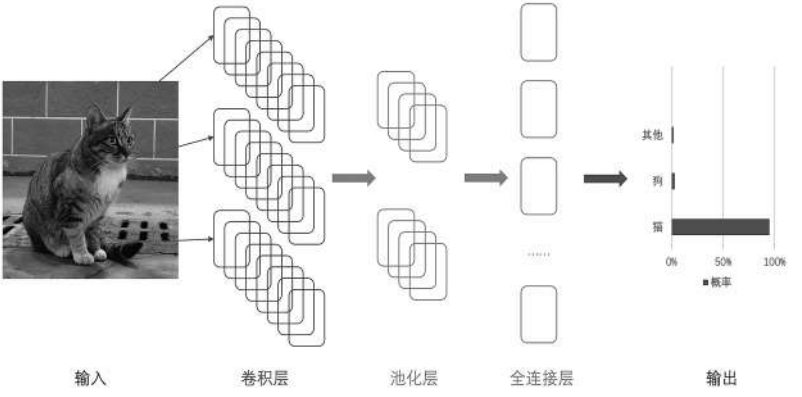
两位神经生物学家的实验证明,视觉特征在大脑皮层的反应是通过不同的细胞达成的。其中,简单细胞感知光照信息,复杂细胞感知运动信息。此外,他们还系统地绘制了整个视觉皮层,揭示了视觉神经网络如何处理视觉信息的过程。

1981年,由于在视觉信息处理方面做出的贡献,这两位科学家荣获了诺贝尔生理学或医学奖。

差不多同一时期,日本科学家福岛邦彦受猫咪生物实验的启发,模拟生物视觉系统提出了一种层级化的多层人工神经网络,即Neocognitron神经认知系统,用于识别日文手写字符。

作为现今卷积神经网络的前身,Neocognitron神经认知系统模仿视觉皮层中“简单细胞”和“复杂细胞”的分层结构,设置了不同的“层”,用来提取观测目标物的不同信息。

几年后,法国科学家扬·乐昆和他的团队在神经认知系统的基础上开发出LeNet-5模型,用于银行识别手写字符,并正式提出了图像识别算法——卷积神经网络的概念。不过,受限于算力稀缺等现实因素,卷积神经网络在问世当时并没有得到充分的重视和发展。



卷积神经网络识别目标过程示意图。

如今,在人们的日常生活中,“智能图像识别”可谓无处不在:在公园散步,当我们看到不认识的植物,拿起智能手机对着植物拍张照片,利用手机中“智能图像识别”功能,很快就能得到植物的准确信息;在超市购物付款时,对着镜头刷脸,利用人脸识别技术,也能实现轻松付款;还有一些自动驾驶汽车在行驶时,像长了眼睛一样,能轻松判断出哪里是坡道、哪里是转弯……

卷积神经网络——

图像识别的“AI之眼”

■江 冉



应用了卷积神经网络的某图像识别自助收银设备。

新华社发

深度学习技术在视觉识别领域的重大突破。卷积神经网络的胜利,让大模型实现更有效率的深度学习成为可能。

AlexNet模型的成功一发令枪,此后,卷积神经网络的发展进入了快速迭代期。各国研究者开始不断改进卷积神经网络架构,增加网络深度,提升卷积神经网络性能。

像侦探破案一样识别图像

卷积神经网络主要由卷积层、池化层和全连接层组成。

单纯从概念上来看,这似乎不容易理解。或许,我们可以借助一个形象的例子理解:如果我们将计算机理解图像的过程比作“破案”,那么卷积神经网络就是一个训练有素的“视觉侦探小组”。

作为卷积神经网络的组成部分,卷积层、池化层和全连接层是“视觉侦探小组”在破案中不可缺少的重要步骤。卷积层——观测员拿着放大镜搜索,寻找关键线索。

从计算机的视角来看,一张图片是由一个个像素点组成的矩阵。面对图片上的像素点,卷积层中的卷积核就像拿着放大镜的观测员,记录视野范围内的信息。在运行中,不同卷积核有不同的观测重点,以提取图片不同维度的信息:有的着重提取图片的颜色信息,有的着重提取图片中物体边缘轮廓信息,有的专门提取图片上某个特定形状信息……将这些观测员观测到的信息汇总到一起,就能覆盖整张图片的内容,

事实上,“智能图像识别”的背后,离不开一项关键算法技术——卷积神经网络(CNN)。作为深度学习的重要技术之一,卷积神经网络就像是一双眼睛,能够智能地“看”万物、识万物。

那么,到底什么是“卷积神经网络”?它在具体应用中又是如何工作的?现在发展情况如何?未来又有哪些发展趋势?请看本期关注。

某种程度上来说,卷积神经网络的视觉处理方式与人类视觉系统的工作原理是一致的:见微知著,化繁为简,从关注局部焦点开始,逐步构建对全局的理解,在变化中寻找不变的本质。

以数字方式延伸人类感知边界

非洲大草原上,狮群依靠非凡的视觉系统迅速锁定3公里外的猎物;凭借卷积神经网络,人类正以数字方式延伸感知边界。某种程度上讲,人们对生活的感知方式,正在被重新定义。

在医疗领域,卷积神经网络极大缓解了医生在医疗影像分析上的压力,提高了治疗效率。传统CT影像分析主要依赖医生肉眼筛查,每个病例医生通常需要审阅超过200层切片。这对于一名医生而言,是非常大的工作量。

据悉,腾讯AI Lab开发的肺癌早筛系统,可以借助卷积神经网络自动标记微小结节,大大降低了漏诊率。北京协和医院的一份临床测试数据显示,AI辅助下的阅片效率与以往相比提升了4倍,早期肺癌检出率提高了22%。

此外,谷歌DeepMind模型借助卷积神经网络,已能识别54种眼底病变特征,准确率超过多数眼科医生;印度某些资源匮乏地区,搭载具备卷积神经网络算法的便携眼底相机,让村民也能完成大型医院才能进行的糖网筛查。

在自动驾驶领域,卷积神经网络俨然成为司机的“第二双眼睛”。比如,美国Autopilot自动辅助驾驶仪的卷积神经网络模块,能在100米外识别0.2米高的儿童玩具车,响应速度比人类驾驶员快8倍;以色列Mobileye驾驶辅助系统借助卷积神经网络,通过分析低头看手机等行人姿态,预判行人横穿马路概率,减少碰撞和伤亡,提高交通安全、减少事故发生率。

在军事领域,卷积神经网络同样大有可为。

首先,工作人员可以借助卷积神经网络高效的图像识别与模式分析能力,识别追踪军事人员。比如,在一些热点地区发生的武装冲突中,有的作战方通过卷积神经网络,利用对手国家社交媒体图片构建人脸数据库,快速识别敌方士兵、阵亡人员及特工。

其次,将卷积神经网络应用于装备地形分析,重塑对战场的感知和对目标的打击。比如,将路边监控与无人机采集的图像信息输入卷积神经网络系统,自动识别敌方坦克、火炮阵地等目标,实现精准定位打击。

由此可见,作为观察世界的“智能侦探”,卷积神经网络可有效提高战场的态势感知范围,减少人工判读误差,一定程度上缩短“发现—决策—打击”链条,提升作战响应速度,对未来战争形态和作战体系产生举足轻重的影响。

此刻,当你打开手机,再次使用“智能图像识别”功能时,一定不要忘记这个功能背后的“功臣”——卷积神经网络。

称为超导性,具备这种现象的材料被称为超导体。

超导体的发现,颠覆了人们对传统材料导电性的认知。物质一旦进入超导态,就仿佛为电流开辟了一条没有任何阻碍的“虚空领域”,电流得以在其中飞驰,不受丝毫束缚。

环顾人们周围的生活,超导体的应用前景广阔;在医疗领域,基于超导技术的磁共振成像(MRI)设备能够提供更为清晰、准确的人体内部图像;在交通领域,超导磁悬浮列车利用超导材料产生的强大磁场,使列车能够悬浮在轨道上高速运行,大大提高列车的运行速度和稳定性……

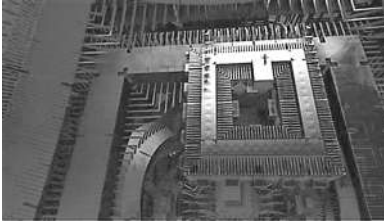
从神话中的冰封电流到现实中的广阔应用,温度就像物质导电性的神奇“指挥家”。它能让流动的电荷封印在冰晶之中,让金属导体的电流陷入堵塞,也能在绝对零度中为电流铺就绝对通路。从这个角度看,每次温度的细微变化,不仅在改变着宏观世界表面的“体温”,也在重构着微观世界运行的“法则”。

★ 科技云

科技连着你我他

■本期观察:肖凡 牛昱森 牟诗琪

新型非常规界面超导材料



前不久,美国加州大学河滨分校某团队研制出一种新型非常规界面超导材料。据悉,该材料可用于量子计算,是拓扑超导体的候选材料。相关研究成果已发表在新一期《科学进展》杂志上。

研究人员称,拓扑超导体能以稳健的方式传输量子信息和处理数据。与此同时,这种超导体还可制成高品质、低损耗的微波谐振器,应用于信号干扰、电子对抗等领域。

此外,该团队表示,这种新型超导材料比量子计算行业通常使用的材料薄一个数量级,未来还可作为制作量子计算组件的候选材料,具有较好的可扩展性和可靠性。

新型仿生可降解复合薄膜材料

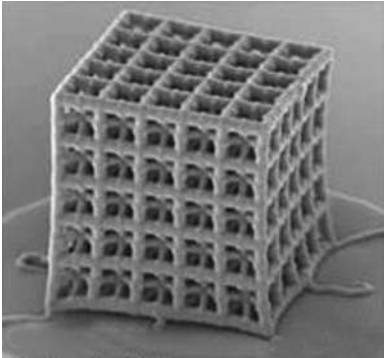


近日,中国科学技术大学俞书宏院士团队研制出一种新型仿生可降解复合薄膜材料。这种薄膜材料具有强度高、阻隔性高、拉伸强度高、生物可降解能力强、光学性能优异等特点,为替代传统塑料提供了一种创新型解决方案。据悉,该材料运用了云母纳米化技术、原料合成技术和薄膜成型技术3项核心技术,其中纳米云母片宏量合成方法为该团队首创。

科研团队通过自主研发装置设备,在薄膜中加入纳米填料,实现了云母的纳米量级加工和复合薄膜材料的仿生有序组装,显著降低了生产成本,为实现大规模生产奠定了技术基础。

此外,该材料还具备良好的可控降解特性。实验表明,在堆肥条件下,通过微生物的作用,该薄膜材料60天内即可完成降解,成为一种合格优质的有机肥料。未来,随着技术进一步成熟,该材料在可持续包装材料领域将具备较为广阔的应用前景。

新型碳纳米晶格材料



近日,来自加拿大多伦多大学以及美国、德国和韩国等国的科研人员共同在《先进材料》杂志上发表了他们的研究成果。借助机器学习和3D打印技术,他们制造出一种新型的碳纳米晶格材料,该材料强度堪比碳钢,重量却轻如泡沫或塑料。

研制过程中,该团队将大量相同的纳米晶格有规律地排列,在纳米尺度上构建类似桥梁的结构;首次将人工智能技术应用于优化纳米结构材料,利用机器学习算法迭代预测出最佳几何设计,优化了纳米结构的应力分布;采用双光子聚合3D打印技术,在高分辨率和精度的条件下“雕刻”出新材料样本。

研究人员表示,凭借强度高、重量轻等优异性能,该材料能够在保证产品性能的同时降低燃料消耗,未来在汽车、航空航天等领域的超轻部件构建中,具有独特优势。

★ 科学的历程

最近热映的电影《哪吒之魔童闹海》中,有这样一个镜头:敖丙和申公豹父亲申正道在瀑布下激战时,申正道化身为一道光,在水中疾驰。见此,敖丙把水变成冰,申正道的移动速度瞬间受到限制,局势实现逆转。

《哪吒之魔童闹海》虽是一部神魔题材电影,但是剧组在打磨这一细节上,应该也是充分考虑到了一些物理学常识:

从水到冰,物质的形态发生了改变,其间电流的传播速度也会相应受到影响。

温度,会让物质的导电性发生变化。纯水本身导电性极差,但自然界中的水往往溶解着钙离子、镁离子等矿物离子。这些离子在水中宛如携带雷电的精灵,在电场的驱动下形成电流。

当温度降至零摄氏度以下,液态水变成固态冰时,冰中的水分子整齐排列,形成了规则的晶格“城堡”。那些原本自由移动的离子,被牢牢束缚在晶格之中,无法像在水中那样随意移动,故而难以继续传递电流。

如果温度升高,不仅能加快离子的热运动速度,还能撕开水对离子的黏度束缚,使溶液的导电效率进一步提升。不过,这一升温的增益也存在着临界点:当水溶液接近沸腾时,剧烈的蒸发反而会影响离子的传递。

不只在液体中,在金属等固态导体中,温度对电流的移动速度同样具有较大影响。

在设计一些对导电性要求极高的精密电子设备中,工程师们会想尽办法对金属部件进行散热,以降低温度,提高其导电性能。

■丛士杰 李 芮