

那些将改变世界的新思想

——《科学美国人》评选出2015年十大科技成就

本报记者 房琳琳 综合外电

又是一年将近,到了盘点的时候,且看《科学美国人》评选出的2015年十大科技成就。

眼控机器:运动受损人士的福音

今年早些时候,当艾瑞克·索托用思维直接指挥机器人手臂将一杯啤酒送入口中,媒体疯狂了。这是一个令人印象深刻的壮举,但背后的技术,是在他大脑中植入的一种电极芯片,这种芯片既昂贵又具有侵入性,而且还需要几个月时间来训练使用。更糟糕的是,只有极少数瘫痪人士能够适应这些心理和生理上的技术要求。

一种较好的办法随后诞生——创建大脑电波活动和机器之间的直接连接。英国伦敦帝国理工学院神经技术科学副教授阿尔多·法赛尔想用眼球移动来控制轮椅、计算机和视频游戏。利用现成的视频游戏摄像机,法赛尔和他的同事建造了一种护目镜,能够记录用户的眼球移动过程,并传输数据给计算机,软件将数据翻译成机器指令。几乎所有运动受损人士都能应用这项技术,包括截肢者、四肢麻痹症患者、帕金森病患者、多发性硬化症和肌营养不良症患者。

这套系统的成本只需要50美元。在一个科技展览会上,志愿者不需要更多的指导,在15秒后就很好地掌握了玩游戏的技巧。

长期以来,科学家就知道眼睛可以透露人们的目的——他们要去哪里,想要做什么,以及想和谁交流。自从上世纪70年代开始研究眼球运动的神经科学,法赛尔和同事们就撰写了能够将“惊鸿一瞥”转化为指挥轮椅行动、敲击鼠标或者开展瞳孔游戏的算法。为了预测受试者的真实意图,算法的设计基于志愿者用操纵杆操纵轮椅或者机器人手臂时眼球运动的真实数据。渐渐地,软件学会了区别不同的眼神,比如当人们看向一个杯子时,软件能够猜出他们是在猜测里面的饮料为何物,还是想要端起来一饮而尽。

法赛尔在将这个技术商业化成医疗器械之前,必须为临床试验筹集资金。从欧盟获得的400万欧元将继续支持他开发机器人的外骨骼,以便能够更好地让残障人士使用眼球追踪系统。

“我想看到我们的努力可以帮助人们再次行动自如,这就是我的目的。”法赛尔说。

微波火箭:低成本访问太空的范式

人类乘火箭遨游太空已50余年,在这么长的时间里,到达轨道的成本一直都是天文数字——根据火箭种类不同,每公斤载重上天要花费5000美元到50000美元不等。

问题是,没有哪个火箭是非常有效率的,火箭90%的重量都是燃料和推进剂,只为装载物资留下很小的空间。如果能甩掉一些重量,火箭不仅可以携带更多的货物送往太空,亦能降低成本。

1924年,俄罗斯科学家康斯坦丁·特斯克洛夫斯基提出一种方案,建议由地基微波发射器提供火箭上升的动力。他建议,利用反射镜将一束平行电磁短波射线激光束“瞄准”火箭的腹部,加热推进剂产生推力,从而替代大量燃料的装载。

这一方法或许是获得宇宙速度的最有吸引力的方法。但直到最近,这个想法才被重新提起。微波激光虽然在世纪50年代就发明了,但始终没有达到可以发射所要求的兆瓦级功率水平。电池和能源存储系统的最新进展让能源可以足够强大,以至于不需要固定电网来约束电能。

今天,来自世界各地的研究人员正在实践这个概念,包括在2012年美国加州技术研究所的凯文·帕金领导的一项工程研究。基于他们的工作,一家名为“逃脱动力学”的私人公司正在测试这种微波动力卫星发射系统,美国国家航空航天局(NASA)正在密切关注此事,今年7月,NASA已经将微波动力火箭加入了未来技术发展的路线图。

病毒捕获平台:精确识别病毒的新方法

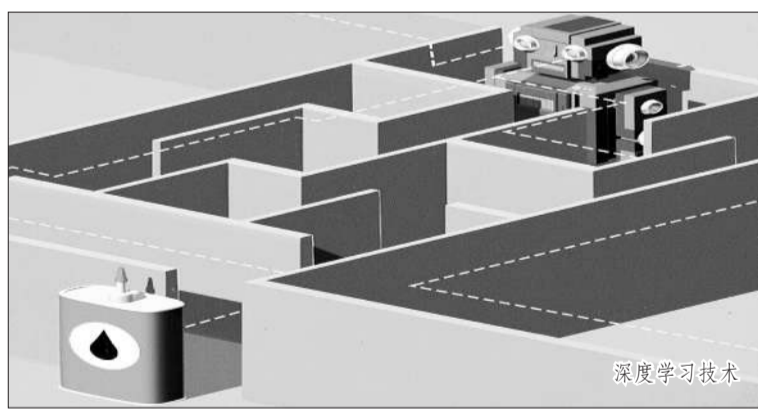
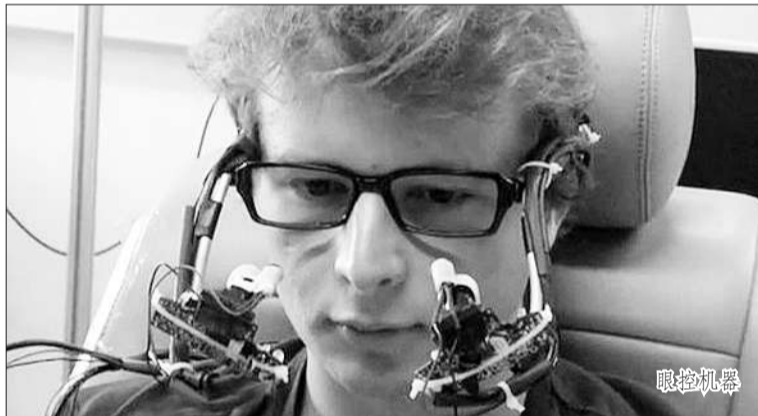
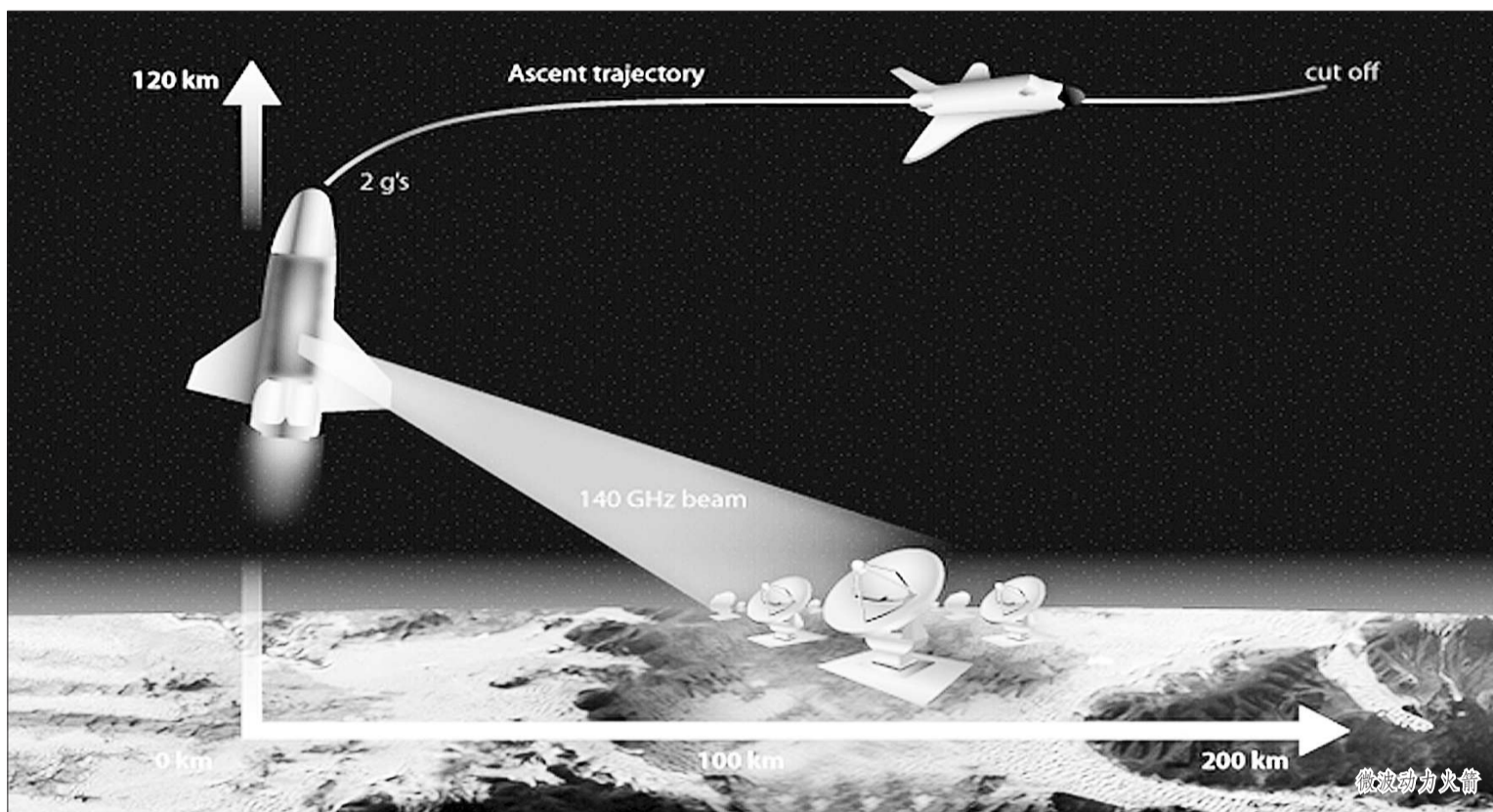
当医生想要识别感染背后捣乱的病毒,通常需要求助于聚合酶链式反应(PCR)。这种方法只有将DNA片段“放大”到足够大才能进行。使用PCR方法的时候,医生还必须对要寻找的病毒做到心中有数,这就难免带有猜测的成分。

今年9月,哥伦比亚大学的研究团队描述了一种能够消除猜测带来的盲目性的新方法,该技术被命名为“脊髓动物病毒捕获测序平台(VirCapSeqVERT)”,能在给定的唾液、组织或脊髓液样本中几乎完美地找到每种病毒。这种方法可以在48小时内同时分析210个样本,且每个样本的分析成本只有200美元。它还能检测新型病毒或突变病毒。

哥伦比亚大学流行病学公共卫生系教授W·伊恩·李普金说:“当一个人被送入急诊室,单是检测费就要成千上万了。这种方法非常便宜,而且能让医生对症下药。”

为了开发这种技术,李普金和他的同事创建了一个超过1000种脊椎动物病毒的数据库。然后他们用基因探针针对每一种病毒进行匹配,当探针遇到匹配的病毒时,就会自动与之绑定。为了检测这些病毒,实验室工作人员增加了磁珠来测量直径仅1至3微米的混合物,化学连接器将基因探测器与磁珠以及捕获的病毒相连。然后,研究人员插入包含了混合磁珠支架的细管,将探针拉向管壁。他们隔离并清洗探针-磁珠-病毒组合后,对病毒进行基因测序,以消除误报风险。

李普金和他的同事现在正在寻找商业支持,希望将



这项技术应用到全世界的医院和诊所;他们还计划增加专门探测感染性细菌和真菌的探针。

导电聚合物网络:软性的大脑电子探针

为了破解大脑之谜,科学家需要精确地检测活动状态下的神经元。大脑探针的“蛮力介入”已经被诟病很久了。哈佛大学化学家查尔斯·尼尔博率领的团队希望植入丝般柔滑的聚合物网络,从而改变这个窘境。

到目前为止,尼尔博团队测试了活体内植入的这种聚合物,它拥有嵌入式电子感应器。一旦证明安全可靠,它可能被用于人体,进而研究意识如何从单独神经元的活动中产生,以及治疗帕金森等疾病。

微型核聚变反应堆:压力下改变战术的选择

你可以指责核聚变拥护者太过于乐观。核聚变只会发生在两种元素结合或相融合而形成第三种元素的时候,将物质转化成能量。太阳就是典型的核聚变过程。

总部设在法国的国际核聚变反应堆(ITER)集合了七个国家的力量,正在紧锣密鼓筹建中。这个210亿美元的托克马克反应堆将利用超导磁体产生足够热、密度足够大的等离子体来发生核聚变。一旦完成,ITER的总重量将达到23000吨,是埃菲尔铁塔的3倍。美国国家点火装置(NIF)是其主要的竞争对手,也同样复杂,需要同时将192束激光打在一个燃料球上直到其温度达到5000万摄氏度,压力达到1500亿大气压。

理想很丰满,但现实很骨感。基于ITER和NIF的核聚变工作已经进行了数十年,一批新的研究人员正在寻求不同的策略——让核聚变反应器变小。

今年,美国国防部高级研究计划局在9个小型项目上投资了3000万美元,旨在通过名为“低成本等离子体加热和集成”(ALPHA)的项目,建设可负担得起的核反应设备。一个比较典型的项目是加利福尼亚州次级核聚变技术公司的塔斯廷执行的,该项目设计路线是用电流“捏合”等离子体,直到压缩至产生核聚变。

这一方法不是没有先例,1958年洛斯阿拉莫斯国家实验室曾用这种“捏合”技术实现了第一次可持续的核聚变反应。

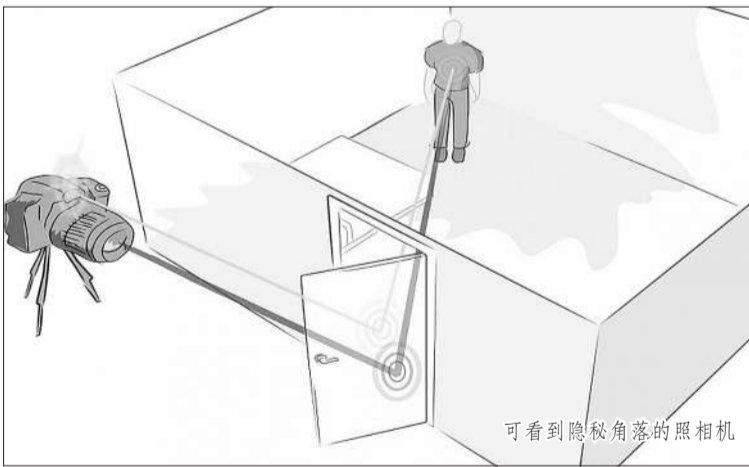
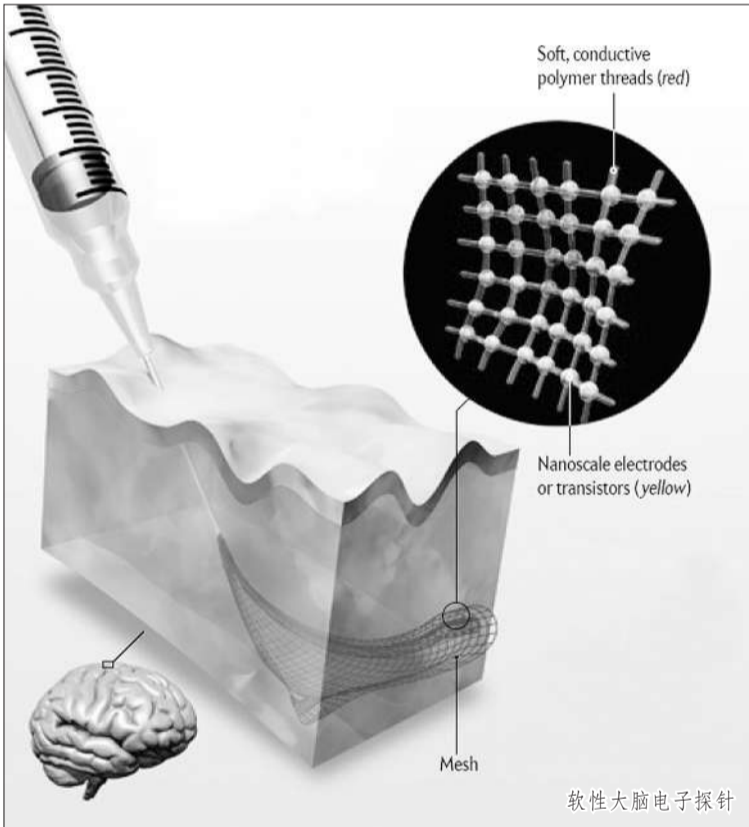
隶属ALPHA项目的其他公司也正在寻找可替代的核聚变方案。不列颠哥伦比亚省的通用核聚变公司已经建成了一个设备,能够用微波穿透液态金属进而引发聚变反应。“3阿尔法能源公司”正在建设一种带电粒子束核反应堆,能够一个接一个点燃带电粒子。

美国国防工业巨头洛克希德·马丁公司则宣称,其正致力于建造一种磁约束核反应堆,用一辆卡车就可以运走,希望在10年内实现商用。

追求核聚变的坎坷历史表明,这些小项目都应该受到质疑。但是,不论哪一个方式,只要能够成功输送清洁无限制的核聚变能源,都将解决从能源匮乏到气候变化的系列问题。

杀死转基因开关:阻断DNA逃逸的闸门

转基因埃希氏大肠杆菌无处不在,医用胰岛素、



塑料高分子聚合物以及食品添加剂等都有它的踪影,它还可以成为工业废料或者改变化肥的用途。这些安排目前几乎没什么风险,因为在转基因模式下该菌群对于环境的适应能力较弱,不能在实验室外长期生存。但是,经过编辑漏洞缺陷的菌群可能会对本来平衡的生态系统造成影响,例如抗生素产生耐药性等。

2009年,美国加州大学生物工程学家布里安·凯利安多开始致力于研究一种确保基因修改生物的编辑DNA在逃逸或者被盗之前被摧毁的技术。近年来,他正在借助基因编辑工具CRISPR,剔除并摧毁入侵病毒中的DNA。他还意识到,可以用该技术内置一个杀死转基因细菌的开关。

现工作于麻省理工学院技术研究院的凯利安多发明了DNAi,这是一种基于CRISPR的系统,能够迫使细菌剔除自行修改过的DNA。利用CRISPR,凯利安多成功将经过编辑形成了杀死开关的酶插入到转基因大肠杆菌中。相关研究发表在《自然·通讯》上。

辐射冷却材料:未来地球建筑的防热外衣

空调能耗占到了美国建筑物能源消耗的15%左右;创纪录的高温日数还会在未来几十年继续上升。这两个事实指向一个难题:在逐渐变暖的世界,我们如何在减少能源消耗的同时还能冷却工作和生活环境?

美国斯坦福大学的研究人员认为,部分解决方案是让吸热建筑材料吸收阳光并将热能散发到外层空间。这一辐射冷却概念起源于上世纪80年代,工程师发现拥有金属涂层的材料可以从建筑物上吸热,

并畅通无阻地将热量辐射至地球大气层外。

但辐射冷却从来没有真正应用过,没有人能制造出这样一种材料。为了解决这个问题,斯坦福大学研究团队创建了一种非常有效的“镜面”。这种材料由二氧化铪和二氧化硅以及一层银、钛和硅构成的基层组成,能够反射97%的太阳光。二氧化硅原子表现得像个天线,在帆板一侧吸收空气中的热,另一侧则释放出热量。这种材料的辐射波长在8纳米到13纳米之间。对这些波长来说,地球大气层简直就是透明的,所以热量可以耗散到太空中,而非加热建筑物周围的空气。即使阳光直射,直径20厘米的硅片冷却器也能将温度降低到比周围空气低5摄氏度。

范珊辉(音译)是斯坦福大学的电气工程师,他想用这种材料覆盖建筑物的屋顶,这样可以让建筑空调系统稍作休息,同时又减少了能源消耗。

范珊辉认为:“利用太阳这个巨大热源,并将地球看做宇宙中巨大散热器的想法非常有趣,而这只是探索可再生能源的开始。”

机器自学:高级智能快速发展的助力

谷歌、脸书等公司正在推进能让机器自学的技术,这很大程度上依赖于一种名为深度学习技术的进步。

源于几十年之久的旧观念——计算机如果能像人脑那样操作包含了多层电脑程序单元人工神经网络的深度学习网络的话,它将更加聪明。传统的神经网络和深度学习神经网络之间的区别在于,后者有更多的层次。网络越深,层次越多,学习和操作的事物就越抽象。

深度学习技术研究领域在本世纪初有3个代表人物——多伦多大学的杰弗里·辛顿、蒙特利尔大学的杨硕、本杰明以及纽约大学的何乐平(音译)。而直到最近,这一技术才开始商业化之路。

最典型的代表是今年5月才面世的谷歌照片APP。这款软件能够从你的iPhone上下载所有的图片,正确识别你的妻子、儿子和孙子等不同家人,然后分别放入不同的电子文件夹中并做好标记。

它之所以如此“聪明”,是因为它已经从数百万张照片中学会了如何识别面孔。当通过每个网络层次扫描一张图片的时候,软件会以更抽象的水平识别图片中的元素,直到最终能够指出图片中的整张面孔。一旦经过足够的训练,看过足够多的面孔,它就能成功定位从未见过的人的鼻子和嘴巴。

深度学习能够做的当然不仅是识别图片的工作。实际上,通向人工智能之路的标志性一步,就是展示其区别于人类掌控者的智能行为。今年2月,伦敦一家被谷歌以6.17亿美元收购的公司DeepMind的人工智能专家宣称,已经利用深度学习生产了一个能够自学玩很多视频游戏的计算机。实践证明,这款软件能够在游戏进行到一半的时候,击败多数专业玩家。

红外光谱+计算机模拟:捕捉化学反应慢动作的摄像机

在细胞液内,氢键能维系分子DNA基本配对形式。很多药物就是在溶剂中合成的。然而,化学家一般只能在气态阶段研究化学反应的绑定机制,因为在这种状态下的分子相对稀疏,容易追踪。

在液体中,分子数量更多,碰撞也更频繁,所以化学反应发生得也更快且更复杂。如果想看清这个过程,需要几亿分之一秒的快照才能实现。

英国布里斯托尔大学的化学家安德鲁·尤文利用激光来研究化学反应。他知道,可以用红外光谱观察到液体催化热反应中的振动。在2012年到2014年进行的实验中,他将超快紫外激光束打在乙醚溶剂中的氟化分子上,激光束如同手术刀一样,雕刻出了高活性的氟原子,反过来从溶剂分子中“偷”走了氟原子,形成了氟化氢。

观察使用的是一种标准的被称作红外光谱的技术,揭示了原子之间如何绑定以及反应达到平衡有多快。这个实验观察到了液体中反应的皮秒级细节。大多数化学家希望使用计算机模拟替代昂贵的激光和探测器来观测化学反应。尤文等编写了模拟软件,能够非常精确地预测光谱实验的结果。

“我们能用这些模拟来深入探讨究竟发生了什么。”尤文说,“因为模拟会提供比实验更精确的信息。”

实验和模拟信息结合,能提供迄今为止最佳的液体中真实化学反应的信息。研究人员已经开始将这种方法纳入到计算机模拟产业应用中,让疾病研究、药物开发和生态研究人员大受裨益。

弹跳光子记录仪:可看到隐秘角落的照相机

如果照相机能看到角落另一边,就能警告司机在危险处停下,帮助消防员搜寻燃烧着的建筑物,以及让外科医生看到身体内部难以直视的区域。

几年前,麻省理工学院媒体实验室的研究人员就在探讨,如何创造这样一个照相机。它的原型非常昂贵。这个设备利用激光束来发射光线,光线从墙壁或者地板弹跳到另一个房间的物体上。一个价值50万美元的照相机能记录弹射回来的光线,软件记录了单独光子到达时间,计算距离并重新构建看不见的物体。

此后,该团队一直在尽力改进这个技术。现在,他们已经能够记录移动物体的反射光线,而在价格上,便宜的LED灯和价值仅100美元的微软传感器就可以达到同样的效果。