

MIT 榜单发布,“爆料”新兴科技趋势

——《麻省理工科技评论》2017年全球十大突破性技术解读(I)

创刊于 1899 年的《MIT Technology Review》历经 100 多年的发展,见证了技术如何改变世界。作为全球最著名的技术榜单之一,《MIT Technology Review》每年评选出的“全球十大突破性技术”代表了全球科技发展趋势,这 10 条技术不仅仅是过去一年内的科技进步,更将影响未来 5~10 年某一科技领域的发展趋势。

2017 年 2 月 21 日,《MIT Technology Review》发布了“2017 年全球十大突破性技术”,为了跟踪技术前沿并及时为读者梳理未来 5~10 年的最新科技前沿。本刊邀请相关专家对这一榜单发布的 10 大突破性进展逐条进行解读。

本次发布的 10 项技术突破分别为(排名不分先后):强化学习(Reinforcement Learning)、自动驾驶货车(Self-Driving Trucks)、实用型量子计算机(Practical Quantum Computers)、治愈瘫痪(Reversing Paralysis)、僵尸物联网(Botnets of Things)、细胞图谱(The Cell Atlas)、刷脸支付(Paying with Your Face)、360° 自拍(The 360-Degree Selfie)、太阳能热光伏电池(Hot



图 1 《MIT Technology Review》2017 年全球十大突破性技术(图片来源:DeepTech 深科技)



10 Breakthrough Technologies 2017

These technologies all have staying power. They will affect the economy and our politics, improve medicine, or influence our culture. Some are unfolding now; others will take a decade or more to develop. But you should know about all of them right now.

Solar Cells) 和 基因疗法 2.0 (Gene Therapy 2.0)(图 1)。

1 强化学习(Reinforcement Learning)

强化学习是一种人工智能方法,是机器学习的一个领域。它能使计算机在没有明确指导的情况下像人一样自主学习。本质上,强化学习技术是从自然界中学习的一种基本法则。强化学习最初的灵感来源于心理学中的行为主义理论,在多年的发展过程中,这个方法兼具普适性,因此在其他许多领域都有研究,如博弈论、控制论、运筹学、信息论、模拟优化方法、多主体系统学习、群体智能、统计学及遗传算法。

1951 年,Marvin Minsky 创造了世界上第一台具有学习能力的机器,利用简单形式的强化学习方法模拟了一只老鼠如何学习走出迷宫;1992 年,IBM 的研究员 Gerald Tesauro 演示了一个使用人工智能技术玩西洋双陆棋的程序。这个程序很快就玩的非常熟练,并足以与最好的人类玩家竞赛。这是人工智能发展史上里程碑式的成就。但对于大型复杂的任务,这种方法在计算上是不切实际的。

近几年来,强化学习技术被证明是

一种用来识别数据模式的极其高效的方式,无论这里的数据指的是迷宫中的转弯、围棋棋盘上的位点(图 2),还是计算机游戏中屏幕上的像素,亦或是自动驾驶时面临的复杂路况。同时,许多工业机器人制造商也将目光投向了强化学习技术,测试该技术在无手工编程情况下训练机器执行新任务的效果。

强化学习是多学科领域交叉的产物,在各领域有不同的应用。例如,在计算机科学领域体现为机器学习算法;在工程领域体现在决定序列行为方面;在神经科学领域体现在理解人类大脑如何做出决策;在心理学领域体现在研究动物如何做出决策和导致动物产生某些行为的原因;在经济学领域则体现在博弈论研究方面等。总之,在所有的应用领域,强化学习的使用都归结为:如何做出最优决策。

专家点评

王威廉(美国加州大学圣塔芭芭拉分校计算机科学系助理教授):

强化学习其实并不是新技术,加拿大阿尔伯塔大学的 Rich Sutton 教授对强化学习有超过 30 年的研究。强化学习在



图2 AlphaGo通过强化学习掌握复杂的围棋游戏,并击败世界职业选手
(图片来源:《MIT Technology Review》)

机器学习和机器人领域有很多关于理论和应用的研究。之所以《MIT Technology Review》把强化学习选为2017年重要突破技术,应该是缘于谷歌DeepMind的AlphaGo系统把强化学习、深度神经网络、与蒙特卡罗搜索算法结合,成功用在围棋对弈上取得的突破。

传统的强化学习的状态应该是离散居多,随着神经网络的复兴,目前很多深度强化学习算法也采用了连续的状态空间,所以其表达能力可能更为丰富。强化学习的潜力很大,原因是其奖励函数可以非常灵活,并且可以在学习工程中融合多种奖惩信息。还有一点就是强化学习可以被用来开发未标注的数据和未知空间,甚至自动生成人工合成的数据,这是传统有监督学习机制做不到的。目前强化学习的难点是,如果行为空间特别大,如何去控制强化学习的复杂度,并且如何设计高效的算法去得到较好的结果。我个人很看好强化学习在自然语言处理、知识表述与推理、和弱监督学习上的未来。

2 自动驾驶货车(Self-Driving Trucks)

自动驾驶是未来汽车行业最重要的技术之一,并对未来交通行业产生很大的影响。虽然安全性备受质疑,但自动驾驶车辆的时代确实正在来临。

无人驾驶汽车是一种智能汽车,也可以称之为轮式移动机器人,主要依靠车内的以计算机系统为主的智能驾驶仪

来实现无人驾驶。但自动驾驶的背后是一系列安全特性的运用,例如对智能车道的控制,采用主动刹车技术,还有先进紧急制动系统,当车辆与障碍物小于报警距离时产生报警,小于安全距离时,自动制动。

相较于自动驾驶轿车,具备完全自动驾驶功能的自动驾驶卡车似乎会更快来到人类身边。这主要是因为针对高速公路设计自动驾驶系统相较于针对复杂城市道路而言要轻松许多,在城市中包括人行道、车辆、道路指示牌等都会为自动驾驶系统在设计时造成巨大麻烦。自动驾驶货车的主要驾驶场景避开了复杂的城市道路,集中在高速公路上。

目前美国、英国、中国、日本的汽车制造商都在抢占自动驾驶货车的市场,

除了硅谷巨头谷歌、Uber、特斯拉,汽车厂商们如通用、福特、宝马、沃尔沃和丰田公司等也纷纷入局,试图分享这块大蛋糕。

2013—2014年,日本小松公司推出了虽需要驾驶人员、但实现了自动化的推土机和挖掘机;2015年,戴姆勒“Freightliner Inspiration”自动驾驶卡车获得了第一块自动驾驶汽车牌照。2015年10月,梅赛德斯奔驰的无人驾驶卡车开始上路测试;2016年斯堪尼亚在欧洲测试旗下的自动驾驶卡车;2016年9月,沃尔沃无人驾驶FMX重卡配备了激光扫描仪,能够在昏暗、狭窄又湿滑的条件下在地下矿道中行驶,并完成测试;2016年11月,福田汽车联合百度在上海发布了中国首款无人驾驶卡车;2017年2月24日,Embark发布了其自动驾驶卡车,利用雷达、相机和传感器,能在无需人类司机的情况下运输货物;2016年10月,OTTO旗下的无人驾驶卡车上路测试(图3)。

不过虽然部分拥有在高速上自动驾驶能力的车型进入上路试跑环节,但目前的技术还不足以让车辆完全实现独立的“自驾功能”。每辆上路的自动驾驶货车上仍被要求必须配备一名人类驾驶员在驾驶席上,以防随时接管车辆。

专家点评

邓志东(清华大学计算机科学与技术系教授):

高速公路属于典型的结构化道路环境,不仅车道线清晰,安全护栏明显,而且全程没有行人和信号灯,交通标识的类别也非常有限,因此感知与决策任务较简单。挑战是道路车辆的平均车速较快,路途遥远,对系统的可靠性要求极



图3 Otto自动驾驶货车上路测试(图片来源:《MIT Technology Review》)

高。同时在隧道中会出现卫星导航信息中断,且在进出隧道口时存在较大的环境光照变化。

世界范围内对自动驾驶货车的市场需求强劲,商业价值高。由于应用场景相对简单,利用深度学习技术、高精地图、V2V等车联网技术和旨在实现精准导航的地基增强系统等,再加上整车厂前装的线控执行机构,自动驾驶货车在技术上已较为成熟。目前制约其商业化落地的关键在于部分车载核心设备的高昂成本。随着激光雷达和惯性测量单元(IMU)的价格不断降低,未来2~5年有望逐步优化、补充甚至取代目前高速公路上的有人驾驶长途货车,对无人驾驶产业的颠覆性变革带来典型示范,发展前景令人鼓舞。中国自动驾驶货车技术已可比肩国外先进水平。由于市场空间更大,发展速度更快,自动驾驶货车产业或能在中国最早创新和实现商业模式。

3 僵尸物联网(Botnets of Things)

僵尸网络是指采用一种或多种传播手段,将大量主机感染bot程序(僵尸程序)病毒,从而在控制者和被感染主机之间所形成的一个可一对多控制的网络。攻击者通过各种途径传播僵尸程序感染互联网上的大量主机,而被感染的主机将通过一个控制信道接收攻击者的指令,组成一个僵尸网络。

僵尸网络并不是一个新技术,早在2000年,就有黑客通过集合僵尸网络中所有电脑的力量,随意释放威力强大的分布式拒绝服务攻击(DDoS)。被攻击的目标网站或服务器会因为大量的数据流量而超载下线。

2016年10月,一名黑客公开发布Mirai僵尸源码,一家名为Dyn的互联网基础服务提供商在受到强力的DDoS攻击下,该公司的域名服务器(DNS)被迫断网,大量网站如Twitter、Netflix等暂时瘫痪(图4)。Mirai僵尸的源码被公布后,被黑客利用并快速的形成了大量的僵尸网络。此次针对Dyn域名服务器的攻击使DDoS技术再一次震撼了互联网,其中最引人注目是物联网僵尸网络的参与,物联网概念流行了近7年,大量的智能设备正不断地接入互联网,其安全脆弱性、封闭性等特点成为黑客争相夺取的资源。目前已经存在大量针对物联网的僵尸网络,如QBOT、Luabot、Bashlight、Zollard、Remaiten、KTN-RM等,

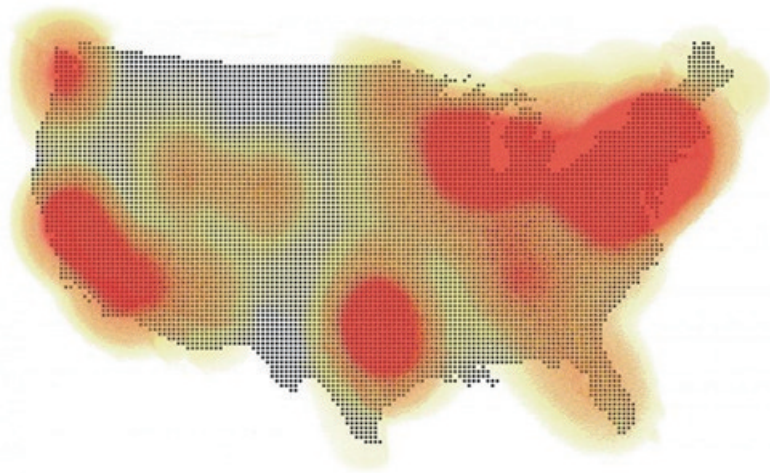


图4 2016年10月21日,Dyn受到DDos攻击之后所造成的网络瘫痪规模
(图片来源:《MIT Technology Review》)

并且越来越多的传统僵尸也开始加入到这个物联网行列中(图5)。

僵尸网络的规模越来越大,攻击能力越来越强。大量廉价的摄像头、监视器和其他物联网产品的出现,让黑客可以轻易的控制他们,而这些设备只有在被彻底切断电源后才能做到真正安全。如今的大型僵尸网络已经具有同时攻击数个目标的能力。在接下来的几年里,拥有安全隐患的设备将会出现指数增长,僵尸网络规模及威力也会借此增长。

专家点评

杨义先(北京邮电大学信息安全中心教授):

僵尸物联网入选“2017年全球十大突破性技术”确实有些意外,但细想也很有道理。首先,该技术的冰山一角(Mirai病毒)很轻松就使大半个美国的互联网瘫痪;其次,迅速遍及全球的物联网的安全漏洞太多,如不引起各方高度重视,类似Mirai的事件一定会重演。

僵尸者,任凭赶尸者随意驱使的尸体也。黑客为什么能够将电脑、手机、摄像头、智能冰箱等

信息设备变成僵尸,并像赶尸者那样,随意指挥这些设备呢?因为除了信号系统外,任何信息设备,还必须有另一套信令系统。信令系统决定了设备干什么和怎么干。例如,电话传送的语音,便属于信号系统;而控制电话何时通、何时断、何时录像等行为的命令发布系统,便属于信令系统。无论通过什么办法,黑客一旦控制了相应设备的信令系统,那该设备便成了僵尸,黑客也成赶尸者。信令系统越简单,黑客控制起来就越容易,因此,与“制造”僵尸电脑或僵尸手机相比,



图5 正在兴起的物联网热潮有着极其危险的副作用,且该风险与日俱增
(图片来源:《MIT Technology Review》)

黑客把物联网终端设备变成僵尸就更容易,只要他能够找到合适的接入手段。目前,对于如何抵抗僵尸网络的攻击,能做的还少之甚少,因为绝大部分物联网终端设备仅有的少量安全措施,都几乎被忽略了。其实,只要提高安全意识,那包括僵尸物联网在内的许多安全问题,将减少一大半。

4 实用型量子计算机(Practical Quantum Computers)

量子计算机是一类遵循量子力学规律进行高速数学和逻辑运算、存储及处理量子信息的物理装置。量子计算机的概念源于对可逆计算机的研究。与传统计算机只能处于0或1的二进制状态不同的是,量子计算机应用的是量子比特,可以同时处在多个状态。

量子计算机,最早由美国物理学家理查德·费曼提出,是从物理现象的模拟衍生而来。最初的量子计算机以及推广出的量子资讯科学还只停留在纸上谈兵的阶段。1996年,美国计算机科学家彼得·秀尔提出了量子质因子分解算法,这一算法可以破解通行于银行及网络等处的RSA加密算法,一时间量子计算机变成了热门研究领域。

量子计算机与经典计算机最大的不同之处在于,量子计算机可以做任意的幺正变换,在得到输出态后,进行测量得出计算结果。量子计算对经典计算作了极大的扩充,而换言之,在数学形式上,经典计算也可看作是特殊的量子计算。量子计算机对每一个叠加分量进行的变换都是同时完成的,并按一定的概率幅叠加起来,这种计算方式称作量子并行计算。在运行人工智能程序以及处理复杂的模拟和规划问题时,量子计算机的速度可能是传统计算机的指数倍,而量子计算机甚至能制造出无法破解的密码。除了进行并行计算外,量子计算机的另一重要用途是模拟量子系统。

随着技术和理论不断进步,1996年,美国贝尔实验室科学家彼得·舒尔证明了量子计算机可以完成对数计算的任务,同时其速度远远超过传统计算机。2012年诺贝尔物理学奖授予法国物理学家塞尔日·阿罗什和美国物理学家戴维·瓦恩兰,以表彰他们在量子物理学方面的卓越研究。而迄今为止,科学家们已经研制出了能完全编程的5个量子比特的计算机,以及包括10到20个量子比特的测



图6 建造量子计算机(图片来源:《MIT Technology Review》)

试系统。2017年,来自谷歌、IBM、英特尔、微软等公司的资金正源源不断地流入,为建造一台能工作的量子计算机所需要的各种技术,包括微电子学、复杂电路以及控制软件等的研发,提供了强大资金支持。来自谷歌的研究团队表示,他们正在冲击建造49个量子比特的系统,希望在1年内制造出来(图6)。

专家点评

郭国平(中国科学技术大学物理学院教授):

经过近10年的发展,量子计算研究集中到了超导电路,半导体量子点,囚禁离子,金刚石空位和拓扑量子比特等体系,其中超导电路和半导体量子点量子比特由于其与半导体工艺技术兼容切拥有全电学操控特性,受到学术界特别是工业界的格外关注。量子计算机已经从开始大家怀疑的“能不能做出来”到了“早晚能做出来”的阶段。

谷歌、微软、IBM和英特尔等众多国际企业巨头都投入巨资参与量子计算机的竞争,以期掌握量子计算机研究的核心工艺和关键技术,抢占量子计算研制的制高点。量子计算机的研制已经列入世界高新技术的战略制高点,成为科技强国崛起的重中之重。中国也已布局量子芯片等重大研究项目,积极参与该领域的国际竞争。

量子比特数虽说不是衡量量子计算硬件技术的绝对指标,但在通用量子计算机成功研制出来之前,这一指标的确有区分水平高低的价值。量子比特数走在前列的超导量子计算被普遍预期其将在2017年或2018年达到40~50量子比特。即便达到这一水平,它距离真正的通用量子计算机仍很远。这是因为,一台可实用的标准量子计算机,除了容错阈值要达到相应要求外(现在还远未达到),逻辑比特数至少需要达到约200个,这意味着,如果按照至少需要5个物理比特编码一个逻辑比特计算的话,量子比特数至少要达到1000个。继续提高量子比特的保真度达到或超过容错量子计算的阈值,仍然是未来5~10年量子计算研究的核心任务。

虽然未来5~10年实现通用量子计算机还相当困难,但利用量子比特构建特定用途的量子模拟机有望率先实现突破,量子计算的优势将逐渐凸显,研制出的特定量子计算机将体现出超过传统计算机的计算能力。量子模拟机解决某些物理、化学和材料等学科难题值得大家期待。同时未来5~10年,需要大力发展量子计算机新算法,以寻求量子计算能力进一步的突破。

5 治愈瘫痪(Reversing Paralysis)

全球有数百万人被瘫痪所折磨,无

时不刻都渴望着摆脱疾病的困扰。如今,科学家通过脑植入来恢复脊椎损伤引起的运动受损研究方面取得了显著的成果。借助脑植入物(图7),部分患者可以借由思想意识来控制计算机的鼠标或者使机械手臂移动,在这一基础上,科学家们提出了更大胆的假设:是否可以实现将无线脑-体电子元件绕过神经系统的损伤来实现运动,进而治愈瘫痪。

“神经旁路”的诞生让科学家“天马行空”的想法有了实现的可能,所谓“神经旁路”就是利用无线电将大脑读取术直接连接到身体上的电刺激器。在“神经旁路”多年的发展中,有几件标志性事件:1961年,第1个人工耳蜗的发明,证实了听力可恢复;1988年,医生将1个电极安装在不能说话的瘫痪者的大脑中,进而实现了人机交流;2008年,通过互联网将猴子的大脑信号从美国发送日本,进而激发机器人在跑步机上行走;2013年,Second Sight公司利用缝合到视网膜的芯片,从而绕过受伤的光感受器原理制造的“仿生眼”,得到了美国监管机构出售许可;2014—2015年,将2个不同瘫痪类型的患者的思想传递到他们手臂上的电极后,实现了两人手指的伸缩活动;2016年,科学家通过大脑植入物来操纵瘫痪者的手臂,是他“感受”到了自己的手指;2016年11月,发表在《Nature》上的文章报告了利用无线大脑植入物使脊髓损伤的猴子恢复行走能力的研究成果(图8)。

虽然“神经旁路”的发展进程缓慢,但其在计算机技术的快速发展带动下,也实现了技术的一次次飞跃,为千百万瘫痪患者带来了希望。

专家点评

余山(中国科学院自动化所及脑科学与智能技术卓越创新中心教授):

正常情况下,大脑发出的运动指令通过脊髓传导至肌肉,通过控制肌群的收缩和舒张实现肢体的协调运动。由于外伤和疾病对脊髓的损害,使得这条传导通路受损,运动指令不能传导至肌肉,



图7 脑植入物(图片来源:《MIT Technology Review》)

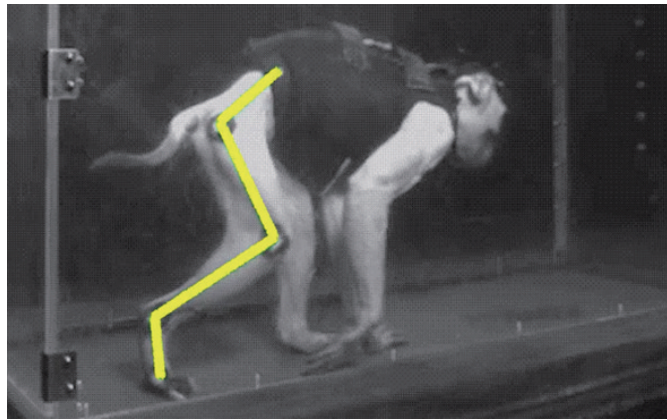


图8 脑部植入物让瘫痪的猴子再次行走(图片来源:《MIT Technology Review》)

则导致病人的瘫痪。瘫痪的治疗有2个方向,一是运用生物学技术,促进神经纤维再生,使得受损的脊髓通路重新建立,另外一个运用电子和信息技术,建立人工的信息传导通路。后者使用微型电极探测脑内的运动指令,并进行解码,然后通过如下3种途径建立人工信息通路:1)通过另一组电极,绕过受损的脊髓,把信号传导至脊髓未受损的部分,从而通过原有的脊髓-肌肉通路产生运动;2)用电极直接控制四肢肌群产生收缩,实现运动;3)将运动指令用于控制外部设备(如机械手臂,外骨骼等)实现运动。3种途径近年来都有重大的突破。

例如最近的实验证明第一条途径能够使瘫痪的猴子在短时间内实现行走,显示了巨大的潜力。未来需要开发生物兼容性更好的材料,使得更多的微型电极能够植入体内,并长期稳定的工作;另外需要研究更有效的算法,对于大脑运动指令进行快速解码,从而实现更精细的运动控制。相信神经科学、材料、信息等领域的发展将在不太遥远的未来使得众多的瘫痪病人重获新生。

文/祝叶华(《科技导报》编辑部)
责任编辑 刘志远