

口袋里的实验室

智能手机将实验科学带到野外、教室和诊所

随着夏季的到来,美国东岸进入假期:海滩、野餐,当然还有蚊子。弗吉尼亚州的威廉王子县也不例外。该县官员一直在设置陷阱收集蚊子,并研究其致病性。

通常,这些蚊子实验包括将它们带回实验室,分析其携带的病原体核苷酸信号,这一过程需要数天。但去年9月,Joseph Russell能够利用车上的空调设备获得相同数据。而这多亏了他们的智能手机和掌上仪器 two3。

two3 由一个手机软件控制,能同时检测提取自 2 个序列目标的 3 个核苷酸提取物中的 1 个。而且,人们只需要打开顶盖,放入样品试管,按压开关即可。“当我收集好下一个地点的蚊子时,我就知道了前一个取样的结果。”马里兰州 MRIGlobal 的博士后 Russell 说。

Russell 只是其中一个缩影。目前,随着移动电话功能的日益强大,越来越多的研究人员正将实验从实验室转移到田间。

加州大学洛杉矶分校电器和生物学工程师 Aydogan Ozcan 表示,结合了计算机、摄像机、全球定位系统、网络、传感器和电池,智能手机就像“瑞士军刀”,几乎拥有“十八般武艺”。Ozcan 利用 10 年时间,将手机变成一个功能强大的显微镜和生物传感器。

而且,随着数十亿计的通讯设备和蜂窝网络的覆盖,以及数据传输速度的不断提高,研究人员正在利用手机把他们的科学研究带到更远的地方。目前,智能手机被广泛用于科学和医学用途。

Ozcan 的团队目前正在开发更精确和敏感的成像器,能用于成像个体病毒和 DNA 分子。康奈尔大学机械工程师 David Erickson 和营养学家 Saurabh Mehta 已经开发出一个名为 NutriPhone 的手机系统,用于检测患者血液中的维生素 B₁₂ 和铁等微量元素。

目前,甚至还有基于手机的 DNA 测序仪。英国牛津纳米孔技术公司宣布,今年年底有望推出一台名为 SmidgION 的商业设备。1 月,瑞典斯德哥尔摩大学的 Mats Nilsson 展示了一个 3D 打印的智能手机连接物,能用于检测 DNA 突变。

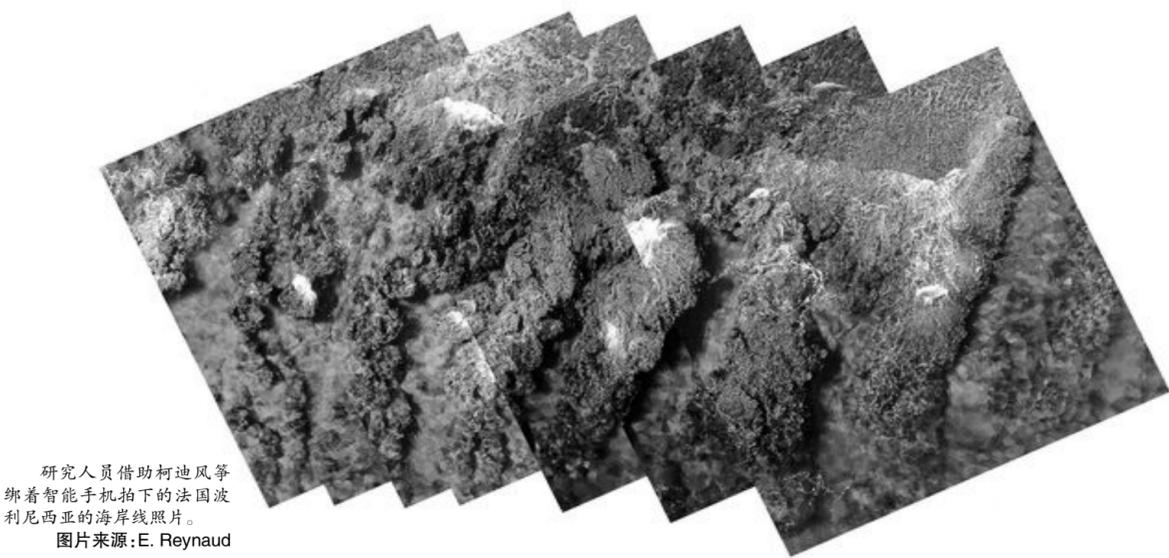
大众诊断

或许在发展中国家,智能手机的颠覆性潜力是最明显的。在“资源匮乏”的环境中,专门人才和实验室设备也同样紧缺。电力、清洁水等重要基础设施也不可靠。但蜂窝网络能提供某些帮助。

2014 年,加拿大多伦多综合医院热带医学专家 Isaac Bogoch 一直在科特迪瓦乡村地区研究血吸虫病。他提到,在科特迪瓦,血吸虫病是地方性疾病,但易于诊断和治疗,前提是医护人员有和会用显微镜。不过,通常他们不能。

为了突破困境,Bogoch 和同事将智能手机改造成一部便携式显微镜,并教给当地技术员如何使用其检验潜在患者的尿液和粪便。“与将患者或样本转移到遥远的实验室不同,我们可以将实验室带给人们。”他说。

据悉,Bogoch 等人用双面胶将直径 3 毫米



研究人员借助柯迪风箏绑着智能手机拍下的法国波利尼西亚的海岸线照片。

图片来源:E. Reynaud

的球状透镜与手机的后置摄像头连接固定。在测试中,科研人员用该显微镜观测了 200 份粪便样本,从而发现样本中不同类型的寄生虫。结果显示,用智能手机改装的显微镜达到了常规显微镜精度的 70%。

此外,芬兰赫尔辛基大学分子医学研究室主任 Johan Lundin 等人利用手机部件开发出的自动荧光滑动扫描仪,也可用于诊断血吸虫感染。他们最近在坦桑尼亚进行了测试。

Lundin 表示,尽管参与实验的学校没有电,但野外收集的图片能上传到赫尔辛基大学的服务器上。

而 Bogoch 的团队也在训练更偏远乡村的显微镜工作者如何从人类尿液和粪便中鉴别血吸虫卵。相关项目使用了一个简单的 3D 打印电话连接物——CellScope。

该设备由加州大学伯克利分校生物工程师 Daniel Fletcher 的实验室研发。它主要基于一个可拆卸部件,能将智能手机的相机镜头反转,以放大图像。同时,Fletcher 团队还使用 CellScope 寻找其他寄生虫,例如罗阿丝虫。

“在实验室研发一个设备,然后证实它能工作是一件事。”Fletcher 说,“但让这些设备能在野外工作,是一个非常难的过渡。当它确实能发挥作用时,有用到令人难以置信。”

广泛应用

还有人使用智能手机进行教学。宾夕法尼亚大学生物工程研究生 Megan Sperry 和 Heidi Norton, 与 Biomeme 公司及教育机构 TechGirlz 合作,使用手机向 18 位女学生教授现代分子生物学。

该团队从费城 3 家餐厅订购了新鲜生鱼片,

然后使用 two3 检验了菜单是否准确描述了鱼的种类。但一半情况下没有。Sperry 表示,对于学生而言,能将课堂与生活结合起来,会让学习更有趣。“这是一个真实实验案例:我们有了鱼,然后进行基因分析,弄清楚菜单是否正确。”她说。

无独有偶,斯坦福大学生物工程师 Ingmar Riedel-Kruse 则使用手机制造了教学显微镜。Riedel-Kruse 开发出一个 3D 打印的 LudusScope。该设备包含操纵杆控制的 LED 灯,学生能用它驱动视野中的光应答单细胞原生生物。

而西班牙生物医学研究所工程师和管理者 Julien Colombelli 将智能手机电池和 LEGO 积木结合在一起,阐明了光子照明显微镜背后的原理。LEGOLish 系统不是一个真的显微镜,Colombelli 表示,它并不包含放大镜。但它能成像 1-2 厘米的物体,大约有老鼠胚胎大小。这个设备的成本约 200 美元,当然不包含手机。

Colombelli 和光学研究所的同事 Jordi Andilla 最初设计 LEGOLish 的目的是作为 2014 年的一次显微镜学会议最佳海报的奖品。但他们后来升级了设计,使其适合于科学应用,尽管成本是之前的 10 倍。“我们认为这将对许多办公室有所帮助,他们能在 1 周内用不到 2000 美元建造一个能用的系统。”他说。

走出实验室

智能手机的轻便性让它们在边远地区尤其有用。去年年底,缅甸州比洛奇海洋学实验室海洋微生物学家 Peter Countway 就在南极洲北部的帕默站使用了 two3。他们使用该设备研究了海洋细菌如何代谢二甲基磺基丙酯——一种浮游植物产生的有机硫化物,能反映全球气候模型的变化。

而且,爱尔兰都柏林大学学院的 Emmanuel Reynaud 也利用智能手机研究了法卡拉瓦岛珊瑚礁的健康状况和结构。

为了获得广角视野,研究人员利用柯迪风箏将一部便宜的安卓手机带入空中,然后每 6 个小时拉动风箏。手机能每 20 分钟拍摄一张照片,然后将照片和数据传输到下方的电脑中。而硬件的总成本仅约为 400 美元。

此外,越来越多的手机能收集医学相关数据,例如心率等。4 月,CNBC 报道称,苹果公司正在研发能通过皮肤测血糖的传感器。研究人员正在寻找新方法,利用这些数据解答科学问题。

例如,苹果的 ResearchKit 允许科学家使用苹果手机招募志愿者参加实验,并管理相关工作。“我认为这是一个相当好的主意。”西奈山伊坎医学院的 Yvonne Chan 说,ResearchKit 能将普遍需求与人们内在的科学好奇心相结合,从而完成一些“极好的事”。

当苹果在 2015 年发布 ResearchKit 时,它还宣布启动 5 个使用该软件的研究。一些研究使用手机传感器存档患者的症状,还有人利用该设备工具诊断患者或收集手机使用者上传的数据。

Chan 便是其中一个研究项目(哮喘健康研究)的负责人。研究人员要求参与者每天回答健康问题,然后将这些数据与参与者的位置信息相关联。她提到,多亏苹果的营销能力,相关 App 的普及率高于预期,仅 3 天就有 3000 人完成注册和同意参与。

无论手机带给人们的福利是否会过去,有一件事情是肯定的:全球智能手机开发者之间的技术竞争几乎没有放缓的迹象。这对消费者来说是好消息,对科学来说也是个好消息。(唐一尘编译)

科学线人

全球科技政策新闻与解析

美能源部长谨慎应对预算削减



美能源部长里克·佩里在田纳西州橡岭国家实验室泰坦超级计算机前留影。

图片来源: Oak Ridge National Laboratory

美国能源部部长里克·佩里曾与演员在电视节目表演恰恰舞和快步舞。所以在该国国会 3 个委员会评估特朗普政府 2018 年对能源部的预算请求之前,这位得克萨斯州前州长采取的谨慎仔细的步法令人一点也不吃惊。美国总统曾呼吁大幅削减这个拥有 300 亿美元的机构的科技项目经费,这引发了政界法律制定者的强烈批评。

近日,面对反对意见,佩里的“舞步”与维护开支请求渐行渐远。他指出,这是最终的结果,他是在今年 3 月初任职之前已经做出的决定,他没有发表任何意见。他暗示自己已经认识到国会年度预算中是“领舞”的一方,因为它控制着钱袋子。“我知道,用这些预算,我们也可以做点事。”他在 6 月 21 日告诉参议院拨款委员会成员,他“期待”与法律制定者合作以解决他们对支出水平的担忧。

同时,在民主党人士就他对气候变化的态度向其施压时,佩里采取了挑衅性的回应。“我的观点是那并非是非已经确定的科学。”他对参议院开支专家组说。同时,争论批评委员会对于来自人类活动的 CO₂ 排放是否在驱动全球变暖仍未有定论。

在 3 次关于提议预算削减的听证会上,佩里听到许多令其肉痛的言辞,其中包括对能源部 50 亿美元的办公室进行 17% 的预算削减,即减少 9.19 亿美元,此外还有撤销 3.06 亿美元的高级能源研究计划署(ARPA-E)。“这不是一项合理的科学预算,而是一项不科学的预算。”参议员 Angus King 在参议院能源专家组听证会上说,“我不羡慕你,因为你被派去捍卫站不住脚的事情。”

佩里明确表示,他不会费力抵抗这些经费削减。但他也未作出任何承诺。“我不会说实验室没有一个人失去工作。”他告诉参议院能源专家组。他承认 ARPA-E 将不会消失,并表示这家已有 8 年资历的机构可能会通过一些组织调整而受益,但却未披露任何细节。(晋楠)

法数学家参与马克龙改革



Cédric Villani (右) 图片来源:Frederic Stevens

法国总统马克龙曾承诺带领法国进行一场革命,在议会选举中轻松获胜之后,他已经充分准备好履行承诺。马克龙的新中间派和改革党——共和国前进党 6 月 18 日在国会 577 个席位中赢得 308 个席位。

这一颠覆对于法国科学意味着什么尚不清楚。马克龙已经承诺将该国研究开支从占国民生产总值的 2.2% 增加到 3%,并赋予高校更多的自主权。他还承诺拨款 3000 万欧元且建立一个名为“让我们星球再次伟大”的网站帮助吸引国外科学家。

近日,《科学》杂志采访了前进党新国会的一名成员,43 岁的数学家和菲尔茨奖获得者 Cédric Villani,他在巴黎南部赢得了 69% 的选民支持。现为巴黎亨利·庞加莱研究所所长的 Villani 是法国最有名的科学家之一,他曾在 2014 年获得美国数学学会图书奖,并在去年加入权威性的教皇科学院。

关于他为何与马克龙一起参与竞选,这位数学家表示:“我从没想过自己会加入任何国家政治运动,但马克龙的政党满腔热情地支持欧洲一体化,这对于法国政党来说非常难得。”Villani 补充说,该党还反对法国政治传统中总统选举期间系统地攻击对手的行为,相反它促进善意、实用和进步。此外,该党派还欢迎拥有专业技能的非政治家。

Villani 表示,他希望参与马克龙的改革能让法国再次感到自信,包括对本国政府、对自我能力以及对未来感到自信。关于科学,他表示,那是一个复杂的生态系统,法国的问题众所周知。竞争性研究资助机构的效率是一个问题,如何奖励获得重要成绩的研究人员是另一个问题。此外,还有研发经费中公共和私人的投资比例,对科学发展实施专利保护以及将科研成果带入市场等诸多问题。“我想要推动的不是一个特别的问题,而是希望推动整个科学系统。”他说。(冯维维)

当机器学会推理……

研究人员开发出可处理事物逻辑关系的智能模式

你考虑购买的新房子附近有多少个公园?一家餐厅里晚餐和酒的最佳搭配是什么?回答这些日常问题需要进行关系推理,这种更高级思维的构成部分对于人工智能(AI)来说很难操控。现在,美国谷歌公司深度思维分公司的研究人员设计了一个简单的算式来处理类似的逻辑推理,而且它已经在在一个复杂成像理解测试中战胜了人类。

人类在关系推理——用逻辑联系和对比位置、序列及其他实体的一种思维——方面通常较为擅长。但 AI 的两个主要种类——统计和符号发展出类似能力的速度却很缓慢。统计 AI 或机器学习擅长于模式识别,但却不擅长使用逻辑。而符号 AI 能够利用已经决定的规则推理关系,但却不擅长动态学习。

新研究提出了跨越这一沟壑的方法:一种进行关系推理的人工智能神经网络。类似于神经在大脑中连接的方式,神经网络会将微小的程序连在一起,通过协作在数据中寻找模式。它们可以拥有处理图像、剖析语言甚至是学习游戏的特别架构。在这种情况下,新的“关系网络”可以被连接以对比各个场景中的每一对物体。“我们正在明确地让这个网络发现事物之间存在的关系。”该论文共同作者、英国伦敦深度思维分公司计算机学家 Timothy Lillicrap 说。

他和团队用若干任务验证了这一关系网络。第一个网络回答了一个单一图像中事物之间的关系,如立方体、球和圆柱。例如:“蓝色物体前有一个物体,它的形状和灰色金属球右边蓝绿色的小物体形状相同吗?”对于这一任务,关系网络可以与另外两种神经网络相结合:一个是识别图像中的物体,另一个是解释问题。在



一种新型神经网络可推理复杂关系,包括不同物体的位置。

图片来源:v_alex/iStockphoto

很多图像和问题上,其他机器学习算式的正确率是 42% 到 77%。人类得分是 92%。而新关系网络联合体的正确率是 96%,已经超过了人类的推理分数,研究人员在近日发表于预印本服务器 arXiv 的文章中报告了这一成果。

深度思维团队还在基于语言的一项任务中

测验了该神经网络,其中它会收到诸如“Sandra 捡起足球”“Sandra 去办公室”等表述。随后它会收到一些问题,如“足球在哪里?”(办公室)。它在大多数类型的问题上表现得与多数 AI 算式一样出色,而且在所谓的推理问题方面尤其出色。例如,“Lily 是一只天鹅。Lily 是白色的。Greg

是一只天鹅。Greg 是什么颜色呢?”(白色)。对于此类问题,关系网络得分可达 98%,而其竞争者的得分在 45% 左右。

最终,该算式分析了 10 个球在周围弹跳的动态模式,其中一些球被隐形弹簧或木棒连接在一起。关系网络能够利用这个动态模式识别 90% 以上的连接。它随后以同样的训练方法识别用移动点为代表的人类形式。

“他们的方法的一个优势是在概念上特别简单。”纽约波士顿大学计算科学家、并未参与此项研究的 Kate Saenko 说,她也开发了一个能够回答关于图像复杂问题的算式。Lillicrap 说,这种简单性——大多数进展被囊括在一个方程式中——使其能够与其他网络相结合,正如在物体比较任务中所做的那样。论文将此称为“一种简单的即插即用模块”,可让该系统的其他部分聚焦其擅长之处。

“我对这些结果感到震撼。”加州斯坦福大学计算机学家 Justin Johnson 说,他共同开发了物体对比任务。Saenko 补充说,神经网络未来有一天将有助研究社会网络、分析监控录像或是指导自动化汽车。

为了获得像人一样的灵活性,Johnson 说,它需要学习回答更多具有挑战性的问题。做到这一点可能不仅需要对比一组事物,而且要有效地对比三个事物、两对事物,或是一个更大集合中的几对事物。“我对开发能够想出自身策略的模型非常感兴趣。”他说,“深度思维正在建设一种特殊的推理模型,那将不是进行更加普遍意义上的关系推理。但目前它依然是朝着正确方向迈出的极重要的一步。”(晋楠编译)