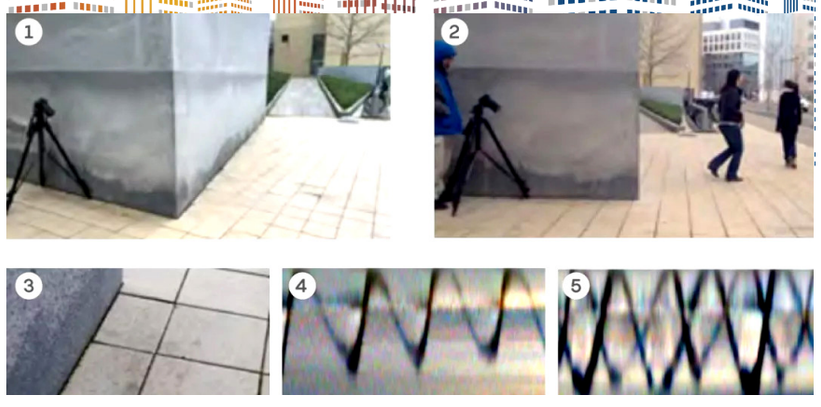
计算机能隔“墙”视物了



2012 年，一位计算机科学教授在休假时，看到墙上有着奇怪的“斑块”，却不像室内任何物体的影子，那到底是什么鬼？他对此感到十分好奇。决定把“斑块”研究一番，原来，这些“斑块”根本不是影子，而是窗外天台微弱的倒立成像。

其实这个现象不难理解，它背后是非常简单的物理学知识——小孔成像。窗户充当了小孔，物体的光线穿过窗户，便形成墙上的倒像。这些图像大多都很模糊，在光线充足的地方甚至接近无形，也难怪常常被人忽视。

这次经历却让安东尼奥·托拉尔巴（Antonio Torralba）发现，我们的眼前其实隐藏着很多视觉信息，而且这些信息是可以解读的。他和同事比尔·弗里曼（Bill Freeman）的一系列研究表明，计算机不仅能够还原窗外的景象，甚至还能“看到”墙角另一边的行人。

随处可见的“相机”

在日常生活中，那些携带视野之外景物的光线，不断照射到墙上或其他表面，并反射到我们的眼睛里。可为何人眼几乎看不到图像呢？原因在于太多光线向四面八方传播，图像因此被冲淡了。

限制那些落在某一表面的光线，就能让图像变得可见。根据这个原理，我们可以制作出简易的针孔相机，因为针孔只能让特定的一组光线通过。缩小针孔的孔径，图像就会更加清晰。

窗户便是天然存在的“针孔”，但由于自身太大，景物被投射在墙上时非常模糊。如果用纸板遮挡窗户的一部分，缩小窗户的孔径，便能轻易看到窗外景观的倒立成像。

虽然遮挡窗户的想法很好，执行起来却会受到很大的限制，因此不太可能解决实际的技术问题。那么，我们能直接从环境中提取不可见的视觉信息吗？

当然能！

让隐藏信息现形

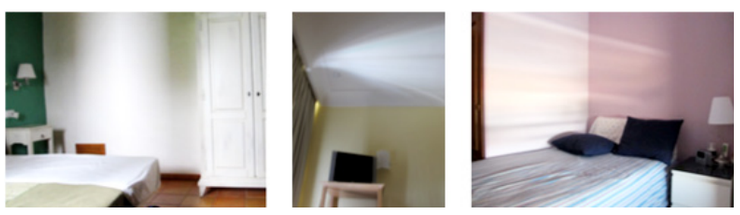
研究人员指出，一些意外出现的遮光物体也能揭示周围环境。例如，当人走到窗户前，便会引起光线的变化。通过对比变化前后的图像，就能得到窗外景物的真实面目了。

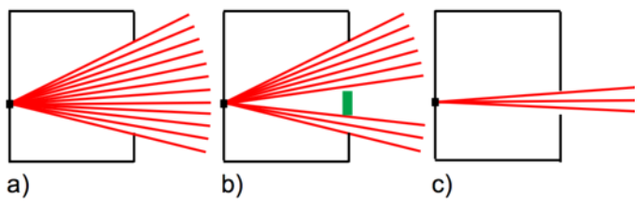
这是怎么做到的？其实那些被人遮挡住的光线，也携带着窗外景物的信息。理论上来说，提取这些信息并不困难。只要在遮挡前后拍摄照片，将两张照片中的光线数据相减即可。由于这些遮光物体具有类似针孔的作用，它们也被称作“反针孔”或“针脚”。

可以这么理解：那些被遮挡住的光线，相当于通过了遮挡物形状的针孔。

用物体遮挡窗户，图 a 表示遮挡前的光线，图 b 表示遮挡后的光线，图 c 的孔和遮挡物相同。图 b 缺失的光线相当于图 c 通过的光线。

但是，要提取信息还有一道坎：两张照片过于相似。还好研究人员已经找到解决办法，他们能处理照片的噪声，然后成功还原出窗外的部分景象。他们还指出，遮光的物体越小，图像越清晰，但噪声也会相应增加。





用物体遮挡窗户，图 a 表示遮挡前的光线，图 b 表示遮挡后的光线，图 c 的孔和遮挡物相同。图 b 缺失的光线相当于图 c 通过的光线。

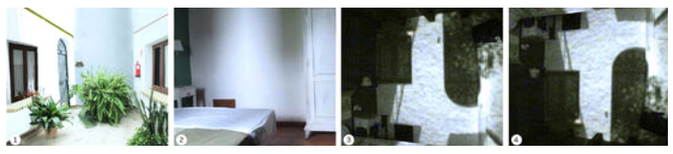
窗户前总有人来车往，考虑到这一点，这种技术的可行性就非常高了。更何况，无处不在的监控探头正时刻捕捉着光线的变化。只要获取一段监控视频，计算机就能揪出影像之外的秘密。

黑科技升级

要从环境中得到更多视觉信息，一些常见物体也能派上用场，例如角落和盆栽植物。托拉尔巴去年开发出的新算法，便能实现“隔影识人”：隔着墙角拍摄的照片经过处理后，可以显示出在墙角另一边行走的路人。

首先，他们在墙角地面拍摄“半影”，半影包含墙角物体的视觉信息。当墙角另一边的人移动时，会朝半影投射出光线，这些光线扫过相对于墙体的多个角度。这些细微的密度和颜色变化是裸眼不可见的，但是算法可以增强这些变化，继而还原图像。

今年 6 月，弗里曼等人通过植物叶子的投影，构建出隐藏场景的部分景象。在这项研究中，每片叶子都充当“针脚”，它们阻挡着不同的光线。将每片叶子的阴影和其余部分对比，研究人员就能找到缺失的一组光线，然后将图像拼凑起来。



用纸板挡住窗户能够形成更清晰的图像。

这种方法生成的图像更清晰，但前提是对周围的环境有足够的观察。算法中需要添加一系列关于外部世界的知识，例如盆栽植物的形状和噪声信号的处理，才能更好的锐化图像。

广泛的应用前景

托拉尔巴指出，心理学研究表明人类并不擅长解读影子。也许原因之一在于，我们大部分的所见并非真正的影子，例如，托拉尔巴看到的墙上斑块。而我们的眼睛，最后也放弃了解读它们。

但计算机可以做到人类做不到的事。由托拉尔巴等人开发的非视线成像技术，能够实现转角透视，并推断出那些不直接可见的信息到底是什么。可以预料的是，它将得到军事和间谍人员的大力支持。事实上，美国国防预先研究计划局（DARPA）已经在投资这种技术了。

对于弗里曼来说，他一开始并不想研究具有上述用途的技术。然而他逐渐意识到，如果因噎废食的话，那么很难有所作为。就拿非视线成像来说，它也可以应用于无人驾驶、机器视觉、医学成像、天文、太空探索和搜救任务等。

“即便是在军事中，技术的具体应用也有很大的跨度，它或许能救人一命。”弗里曼表示，“总体而言，清楚技术被用于何处是件好事。”　（逸文）

微生物可在零重力环境下开采稀土元素

英国《自然·通讯》杂志 11 月 10 日发表了一项天体物理学新突破：科学家发现，微生物能在零重力条件下提取岩石中具有经济价值的元素。这一发现表明，让微生物进行“生物采矿”是可行的，不但能补充地球资源，还将成为人类定居其他行星的重要条件。

稀土元素（REE）具有独特的磁性或催化性能，是电子器件中的关键成分，也在导弹、智能武器、导航设备、喷气发动机等军事高新技术领域有重要应用价值。但是，这些稀土元素的开采难度大、成本高，而且很快将供不应求。而随着人类开始探索其他行星，找到高效、简单的提取稀土元素的方法至关重要。

现在，微生物已经被用来开采地球岩石中的稀土元素，但让它们在太空中发挥这一作用仍未提上日程——究竟它们能否在低重力或零重力的条件下完成这项工作，依然是个未知数。

此次，包括英国爱丁堡大学科学家查尔斯·库凯尔及其同事在内的研究团队，评估了国际空间站上 3 种细菌在微重力和模拟火星重力条件下的生物采矿潜力，这 3 种细菌分别是鞘氨醇单胞菌、枯草芽孢杆菌和贪铜杆菌。研究团队特意测量了这些细菌的提取效率——从玄武岩（类似于月球和火星表面的大部分物质）浸出的 14 种不同稀土元素的含量。同时，他们还在地球上进行了普通重力条件下的平行实验。

研究人员发现，鞘氨醇单胞菌在 3 种重力条件下都能让玄武岩浸出稀土元素，而且该细菌的浸出率在 3 种重力条件下都差不多，玄武岩中含量最丰富的稀土元素的浸出率最高（铈和钕的浸出率约为 70%）。测试中，其他细菌的浸出率或是在低重力条件下减少，或是在任何实验条件下都无法浸出稀土元素。

这一结果表明，虽然微生物的生物采矿能力具有生物体特异性，但这种能力在太空和类似火星的重力条件下，是可以存在的。

（张梦然）

年轻人暴露于污染空气，更易患痴呆症

研究人员对墨西哥城长期暴露于污染空气中儿童和年轻人进行研究并观察了他们的脑干，证据显示污染产生了令人不安的危害情况。

先早前的研究已发现细颗粒物空气污染与阿尔兹海默症的联系，并且研究人员还报告，大脑额叶皮层中含有源于空气中污染的纳米颗粒。

兰开斯特大学 Barbara Maher 教授领导的研究人员，检查了 186 位年龄介于 11 个月到 27 岁的年轻墨西哥城居民的脑干，不仅发现了阿尔兹海默病的标记标志物，还发现了帕金森病和运动神经元疾病（MND）的标记标志物。这些标记标志物伴随着微小的、突出而独特的纳米颗粒，出现在脑干中——颗粒的外观和沉积情况成分暗示其可能来源于汽车尾气污染。

研究人员由此得出结论，这种性质空气污染的本质——无论是吸入还是吞咽摄入的颗粒——都将使人们面临潜在的神经损伤风险。脑干负责调节中枢神经系统，控制心脏和呼吸频率，调控身体对位置和动作的感知，如我们的平衡感。

Maher 说：“研究发现，这些年轻人脑干中不仅有阿尔兹海默症、帕金森症和 MND 的‘神经病理学标记特征’，还含有高浓度的富铁、富铝、富钛的纳米颗粒——尤其在脑黑质和小脑中。”

“在脑干中发现的富铁和富铝纳米颗粒，与燃烧和摩擦产生的空气污染颗粒十分相似（源于发动机和刹车系统）。”Maher 教授解释道，“大脑中的富钛颗粒则不一样——最明显的一点是针尖样；在肠壁的神经细胞也观测到类似的颗粒，这表明钛颗粒被摄入后，从肠道进入连接脑干和消化系统的神经细胞，最后到达大脑。”

科学家甚至在最年幼的儿童（11 个月大）身上发现“神经病理学标记特征”——包括神经元生长、大脑中错误折叠的蛋白质所形成的斑块和缠结。脑黑质的损伤与后续帕金森疾病的发展有直接联系。错误折叠的蛋白质与 MND 的联系也很明显，这些都展示了异常蛋白质的形成、聚集和蔓延传播有共同的致病机制和路径。

研究中所有被检查的年轻人都有一项共同的特点——他们都暴露于高浓度的空气颗粒物污染。Maher 说，对于细胞及其各个组成部分——尤其是线粒体（能量产生、细胞间信号传导的关键结构），富含金属的纳米颗粒与其损伤的关系是显而易见的。

这样的富集金属的颗粒可以引发炎症，也可作为催化剂，产生过量的活性氧物质，而众所周知，活性氧物质会引起氧化应激，最终导致神经元的死亡。关键的是，生活在低污染区域的年龄和性别控制对照组没有出现墨西哥城年轻居民那样的神经退行性病变。

这些新发现表明，源于污染的、富含金属的纳米颗粒可以通过吸入或吞入的方式到达脑干，纳米颗粒与脑干神经细胞关键组成的损伤有联系，包含脑黑质。

即便在这些年轻墨西哥城居民的身上，与阿尔兹海默病、帕金森病和运动神经元疾病相关的神经元损伤类型也十分显著。考虑随着到人均寿命，慢性神经元损伤的早期症状会提早加重成为全面症状出现，简单的说，就是环境高污染地区的年轻人更容易早早就患上痴呆症。数据表明，世界上各地的高污染城市有可能出现神经系统疾病大流行。

Maher 说：“了解你呼吸或吞入的纳米颗粒与影响到大脑不同区域的金属颗粒之间的联系很重要。不同的人对于颗粒物暴露的敏感水平不一样，但是我们的新发现表明，你所暴露于什么类型的空气污染，吸入或吞入什么东西，都对神经元损伤的发展很重要。有鉴于此，控制空气污染的来源变得越来越重要和紧急。”　（陈振翀）

展望生物质航空燃油的未来

洪艺瑞

如何开发一种低成本的航空燃油，这个难题已经困扰相关专家超过十年之久。如今，美国能源部正尝试另辟蹊径。

早在 2010 年左右，美国国防部考虑到美国对进口石油的依赖，就发起了开发低成本航空燃油的研究计划。最近，一些航空公司也开始思考这个问题。一方面，喷气飞机可能会受到二氧化碳排放量的限制；另一方面，他们又无法在短期内开发出电力驱动的飞机。所以寻找更低碳的能源成为了他们为数不多的解决方法。

寻找航空燃油替代品的一大难题是，该替代品必须储量丰富。目前，航空业每年要用 17 亿桶航空燃油。并且它还要价格低廉，因为燃油是航空业最主要的运营成本。

美国能源部国家再生能源实验室（National Renewable Energy Laboratory，NREL）的研究者们把目光投向了一种新型的、储备充足的原料：动物粪便、食物残渣以及包含人类排泄物的城市污水污泥。

“我们一般都会把这些有机废物送去垃圾填埋地或者污水处理厂，但现在大家都开始意识到它们的潜在价值。”Derek Vardon 表示。Vardon 是国家再生能源实验室的高级研发工程师，他正与美国能源部的其他部门以及外部公司合作，共同研究这个项目。

在垃圾填埋地以及牛胃里，都会出现生物质的腐烂现象，导致生物质被降解。Vardon 及其合作伙伴的总体目标就是要杜绝腐烂现象。因为伴随着腐烂过程，往往会放出甲烷。甲烷是天然气的主要成分，也是一种主要的温室气体。

部分研究者会在实验中用催化剂来改变生物质的代谢过程，使其终产物从甲烷变成一种强效的液体燃料。该燃料燃烧时，二氧化碳排放量只有传统航空燃油的一半左右。

人类排泄物和食物残渣中都含有羧酸类物质，它们属于脂肪酸家族。我们可以通过改变催化过程，将它们的链状结构连接起来。Vardon 解释道，这会产生一种新的液体燃料，它的能量是甲烷的七倍之多，这恰恰是航空业所需要的。

“我们一直致力于开发应用类的新技术，并且我们拥有工业顾问，他们是这个项目的核心和灵魂。”Vardon 在一个采访中表示。他提到美国西南航空公司和美国波音公司都参与到了该项目中。

该项目将先尝试用食物残渣制备燃油，并逐渐放大工艺规模，开发一个能生产一千加仑（3785 升）以上燃油的第一代设备。然后通过试飞，测试该燃油的可靠性。

“这个项目未来必须要取得一些进展，因为航空旅行是人类生活不可或缺的一部分，而高能量密度的能源对飞行来说必不可少。”

多年以来，研究者们都在尝试以酒精、糖类、棕榈果种子、大豆、玉米、木片和煤炭为原料，制备航空燃油。现在他们开始将人类排泄物和食物残渣作为主要原料。

某些人可能会对此感到吃惊，但也有一些研究者得到启发，看到了从污水处理厂中可以获得的低碳和高碳资源的潜力。

其中一员就是 Jianping Yu，他是国家再生能源实验室另一个项目的主要研究者。该项目正在研究如何去除污水处理过程中产生的氮磷，后者是水体的主要污染物，而且很难去除。

他的思路是在污水处理厂中种植藻类，并将这些污染物作为藻类的食物，然后再将藻类作为产品出售，用以制作商业化肥料。Yu 补充道，这些藻类也可以转化为多聚物，用来制作多种材料，比如鞋子和背包。

Yu 对藻类的关注，源于他注意到一些藻类远比其它藻类消耗更多的磷——这些藻类会把磷储存在身体里备用。Yu 把这称为“奢侈消费”，因为它们生存并不需要如此多的磷。

然后，Yu 了解到一家叫做 Gross-Wen Technologies 的科技股份有限公司。该公司由爱荷华州立大学（Iowa State University）的两个教授共同创立，他们开发了一种低成本的、用藻类从废水中回收氮磷的新技术，并申请了专利。

基于此，Yu 提出可以搜集并研发出藻类中的“超级消耗者”，这样就可以移除废水中多达 50% 的污染物。

Yu 指出，培育高消耗的藻类，也可以帮助污水处理厂降低空气中的二氧化碳浓度。他们唯一需要提供的原料就是阳光，而阳光也是免费的。

更重要的是，这些藻类可以减少运行污水处理厂所需要的能量。“这是我们的终极目标。未来的环境需求是我们的主要驱动力。”Yu 表示。

毫无疑问，这个目标对项目中国家再生能源实验室的一些合作伙伴非常有吸引力。其中就包括了芝加哥大区污水管理局，该机构负责伊利诺伊州库克县污水和雨水的管理。目前管理局正在将升级版的藻类除氮磷技术纳入其系统中。“这是一件让人非常兴奋的事情。”管理局委员 Debra Shore 表示。