

# 全新飞行方式！ 超薄“纳米纸板”可实现光照悬浮

日常生活中，我们吹一口气就能让一片纸屑或塑料袋在空中停留片刻的飞行状态，但停止吹气，它们就会丧失“动力”，很快落到地面。至今，所有传统飞行器基本也都需要有燃料或电能载荷、动力系统和机翼旋翼等才能保持飞行。

如今，宾夕法尼亚大学机械工程师伊戈尔·巴尔加廷 (Igor Bargatin) 开发出一种微型悬浮“纳米纸板”飞行器，它们能像悬浮在阳光中的尘埃一样飞扬，但具有目的性。这种“纳米纸板”的重量不到千分之一克，但足够坚硬，可以抵抗一定的冲击力。

最神奇的是，只需要一束光的能量，它就能飞起来，在没有任何飞行部件的情况下飞来飞去，研究人员目前正在进一步探索这种材料有效载荷飞行的可能，将来或用于火星探索。

2018年，巴尔加廷和团队就把利用光悬浮的纳米级材料研究成果发表在《Nature Communications》杂志上，此后他们就一直在探索该技术的发展，并弄清楚其实际的应用性。

由于复杂的电子设备要求，将微型旋翼和襟翼飞行器的比例缩小至亚厘米尺寸是一项巨大挑战。现在，巴尔加廷团队利用具有 50 nm 厚度的纳米材料结构板，可以实现毫米到厘米级的光悬浮，纳米纸板不是通过传统的转子或机翼来产生升力，而是基于极低的质量和导热性，通过光能在板内的微通道产生的热温差而悬浮。

这项研究的灵感来自已经存在了一个多世纪的仪器：光能辐射计，该仪器也被称为太阳风车，它本质上是部分处于真空状态的玻璃灯泡，内部装设一组金属叶片，叶片的一面是黑色，另一面是白色，当有光线照射时叶片会转动，光线愈强旋转愈快，从而提供简单的电磁辐射强度定量测量。

当辐射计暴露在阳光下时，叶片的黑色面会吸收一些能量并变热一点。“然后发生的是，空气分子撞到了黑色的一面，吸收了一些热量，然后以比原先更快的速度离开。在物理学中，我们知道，只要动量或速度发生变化，就必定会有后坐力，反作用力必定会出现。后坐力在叶片较热的黑色侧面上推动的力要强于在较冷的白色侧面上，如果将其放在阳光直射的地方，可以使光能辐射计旋转得相当快。”巴尔加廷解释说。

尽管光能辐射计已经存在了一个多世

纪，但还没有人能够使用这些力来克服重力并使叶片悬浮，这就是新的纳米纸板创新的地方。

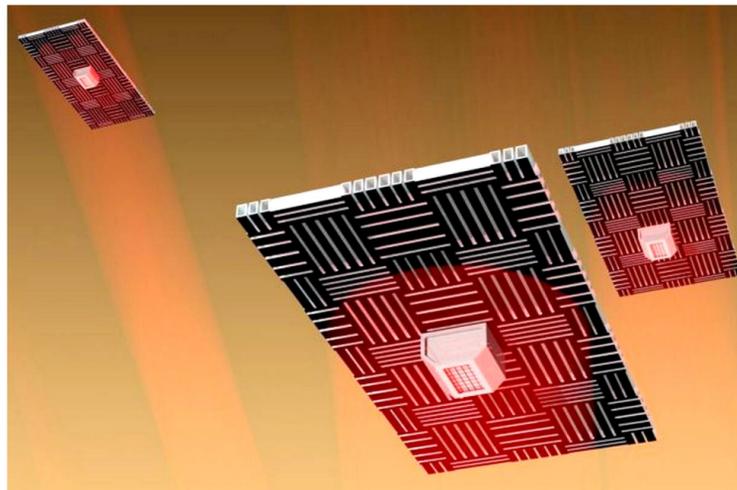
纳米纸板由厚度为几十纳米的氧化铝膜制成，为了“建造”它，研究人员创造了一种类似于瓦楞纸板的三明治结构，形成了一个几十微米高的中空板。由于材料是超轻的，因此极少的能量（仅一束光束）就可以使其产生动能，随着板的一侧变热，温差使得循环空气通过板的中空结构，仅



纳米纸板是一种中空的、板状的氧化铝膜状产物，上面有狭缝状的通道。

基于结构中存在的温差，就会产生空气射流和相应的升力，将纳米纸板推离地面。

大约 20 年来，学者们开始在探索“智能尘埃”的概念：可以用作传感器，测量温度、压力等的超小颗粒。想象一下使用“微型飞行器”进行搜索和救援的操作，该飞行器可以在瓦砾中的微小洞中飞来飞去，帮助找到被困人员，而无需让第一响应者冒



险，也无需考虑能量不足或者机械飞行器损坏。

目前研究人员还在测试纳米纸板在地球大气中层（平流层以上和热层以下的区域，距地球约 40~80 千米）中的状态，这是一个完美的选择，因为在降低的气压下，电泳射流变得更快，从而可能让纳米纸板携带比本身重的载荷悬浮飞行，这样的新结构仅在太阳光的能量作用下就可以一直悬浮在大气层中。

新的研究表明，如果在类似于火星的环境中，纳米纸板飞行器实际上可承载的重量是自身重量的十倍，而火星具有相对较弱的大气层和较弱的重力，这种不需要旋翼或螺旋桨的微型飞机可能是未来星球漫游者的一项随身任务。

巴尔加廷表示：“火星直升机固然令人兴奋，但它仍然是一台复杂的机器，如果出现任何问题，在外太空的探索实验就会终结，因为无法远程修复它。纳米纸板飞行器是一种完全不同的方法，除了携带传感器之外，还可以简单地降落，并使尘埃或沙粒被动地粘附在其上，然后将它们运送回流动站。”

接下来，研究人员还在继续改进他们的纳米板技术，并在低压试验室测试这种材料，以研究纳米纸板在强光照下的悬浮能力，测试它对阳光和聚焦激光的反应能力，最终也许会诞生一种持续受控的全新飞行方式。（麻省）

# 科学家实现人类行走识别

最近，研究人员已经开发了一种远程传感器，能通过测量微小的地面震动，分析人们的行走信息。

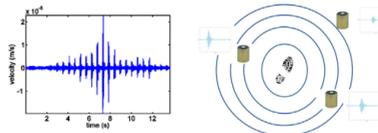
很多机器能识别人类的指纹或面部特征。此外，它们依据其他一些特征辨别人类。每个人的走路姿势也是独一无二的，除了可以用于识别身份外，还能显示一个人的情绪和健康状况。最近，研究人员已经开发了一种远程传感器，能通过测量微小的地面震动，分析人们的行走信息。

斯坦福大学的研究人员 Hae Young Noh 说：“人们的走路方式是独一无二的，像指纹一样。”这还是卡内基梅隆大学的土木与环境工程师时，就开始了这一研究。人们的脚步能透露“他们的身份、所在位置、正在做的事情，甚至是认知状态”。如果传感器能够检测到个体的脚步特征，电脑软件就能通过分析，确认个体的身份。走路姿势不仅能证明身份。Noh 说：“你能从一个人的走路姿势中，了解很多信息，包括与健康相关的信息。”举个例子，如果一个人走路一只脚轻一只脚重，这种不平衡可能预示他患有某种神经性疾病。此类信息可以帮助医生监测一些想要独立生活的老年人和有其他风险的患者。他们能通过非接触式追踪患者的行走特征，并确定他们的健康状态。

为了测量走路姿势中含有的丰富信息，最初，研究者还需要给志愿者配备可穿戴的装备，或者让他们在特殊的垫子或改造过的地板上行走。但是，Noh、卡内基梅隆大学电子与计算机工程师 Pei Zhang 等人决定开发远程的脚步传感器。在研究中，他们主要利用了一种现象：墙壁和地板能够捕捉所在空间中的任何活动，引起的微小震动。Noh 说道：“我们称之为‘建筑传感器’，即我们能够将一些大型的实体建筑如大楼和桥梁作为传感系统，间接地监测人和周围环境。”

但仅仅检测由脚步引起的震动，就需要非常灵敏的传感器。“我们的传感器有多灵敏呢？举个例子，你坐在椅子上，传感器放在距离你一米远的地上，”Zhang 说，“它能检测到你的心跳。”Noh 表示，每个传感器都是高约几厘米的圆柱形仪器，把它们放在地上，可以收集到远在 20 米外的行人的步行信息。研究人员能在想要检测脚步的地方，把传感器排成一个阵列。但在人流量密集的建筑里，这些灵敏的传感器会收集过多的信息。因此，研究团队需要“教会”这个新系统，如何从背景噪声中辨别脚步信号。

Noh 说：“滤除噪声是我们研究中遇到的最大的挑战。”克服这一困难，需要同时解决硬件和软件的问题。在硬件端，每个传感器都有一个放大器，可以自动改变需要增强的脚步信号的数量。如果一个人像是从远处走来，那么放大器就会将脚步声放大。随着脚步信号的增强，放大器能自动调节，降低传感器的灵敏度，



避免传感器失效。Noh 将这一过程比作为远程控制音量的扬声器：当收听者离扬声器较远时，会将音量开大以听得更清楚。当他们走近的时候，他们会调小音量。“我们通过各种信号处理和机器学习技术，识别哪些是与人类有关的信号，哪些无关的噪声。”此外，这一传感器和其他脚步探测的方法（比如，其他可穿戴设备或压力毯）一样，能用来确定个人身份和可能存在的健康问题。

根据这一通过电脑监视器显示行人走路姿势的方法，一名研究者想到了一种更加奇妙的设备。英特尔公司新兴物联网网络的总工程师与主任 Eve Schooler 表示，她对开发科技版本的“活点地图” (Marauder's Map)，具有兴趣。在《哈利·波特》电影中，活点地图（上面是带有魔法的建筑物平面图）能根据脚印，显示出人们所在的位置。在现实生活中，这种设备或许能够实时追踪建筑中的人或其他目标。受 Schooler 建议的启发，卡内基梅隆大学的研究团队创新了他们的产品，并设计了一种数字显示器，能够显示在一个楼层平面上出现的脚印。

Schooler 指出，在小说中，活点地图只能用于霍格沃茨魔法学校，但是科学家发明的便携式脚步传感器可以用在任何地方。“他们开发的一些算法，让整个系统具有很强的可移植性。这正是让我们感兴趣的地方，”她说，“使用者不需要进行各种调整以分辨整栋大楼里的人——这个设备可以直接完成这些工作。”

一旦设备了解了一个人的脚步特征，无论在家还是办公室，这些传感器阵列都能识别出这个人。此外，这一设备的价格还较为经济 (Noh 估计每一个传感器的成本，约为 10~20 美元)。他们能每隔 20 米放一个传感器，绘制出整层楼的图像。Schooler 认为这一设备似乎可以被广泛应用。

但这一系统的监测能力，很明显会引起有关隐私的争议。因此，研究者建议这一技术只作为获得双方同意的医疗保障设备。他们指出，这种监测系统可以帮助医护人员了解老年病患何时可能会摔倒，或者帮助儿童医院尽快发现小孩可能患的一些慢性疾病，如肌肉萎缩症等。在这些场景下，研究者认为脚步传感器对隐私的保护或比拍摄图像的照相机更好。Zhang 说：“实际上，这一系统的研发也正是因为其他类型的监测机制，可能会侵犯隐私。但我很乐意牺牲一点隐私数据，来发现疾病和避免摔倒。”（边际）



随着材料科学和半导体技术的进步，集两者之大成的电子纺织物逐渐成为了热门研究领域，也被视为是可穿戴设备和纺织行业最值得期待的发展方向之一。

早在 2014 年，谷歌 ATAP 团队就曾与 Levi's 合作，推动“Project Jacquard (缙花项目)”，并于次年推出了一款带有导电纱线的智能夹克，能够借助小型终端设备，在衣服上实现基本的音频播放操作和手机控制。

该项目目前已经拓展到背包和球鞋，而谷歌的其他团队正在进行类似的努力。

这一次，谷歌的人工智能团队将重点放在了智能线缆上。

研究人员希望在很多衣服和电子产品都有用的软线绳上做文章，探索出更符合直觉的人机交互方式，比如轻轻挤压耳机线，就可以播放或暂停歌曲，或者用扭转帽衫线绳的方式滑动网页等等。

目前谷歌 AI 团队已经做出三款原型产品，有耳机线、帽衫抽绳和交互式电源线，均采用新型螺旋感应矩阵技术来识别触摸手势，支持六种操作类别，包括扭转、轻弹/轻拂、滑动、挤压、抓握和拍打。配合上力度、速度和方向等参数，每种操作类型还可以衍生出五花八门的响应动作。

这项工作其实是该团队在 2018 年进行的一项研究的拓展，他们将命名为“电子纺织微交互”，以论文的形式发表于人机交互领域顶级学术会议 ACM CHI 2020 上。

谷歌研究科学家亚历克斯·奥尔瓦尔 (Alex Olwal) 表示，“通过改善美学、舒适度和人体工程学，纺织物可以帮助高科技融入我们的日常环境和物品中。材料和柔性电子技术的进步，使得带有传感和显示功能的衣服成为可能。”

简单来说，采用 HSM 结构的编织物由包裹了绝缘层的导电纱线和无导电

能力的支撑纱线组成，其中一部分支撑纱线还可以用光纤代替，从而实现高效的视觉反馈。从官方图片来看，其外表几乎和普通线绳没什么区别。

织物中的导电纱线有正负方向之分，承担着在多个电极中传递电流的任务，以实现电容感应，捕捉和识别手势。由于导电纱线是沿着整条线绳编织的，因此理论上在任何一个位置都可以施加操控手势。

经过特殊设计的螺旋结构可以分辨单根纱线的相对角度。对于扭转类的动作来说，这是非常关键的特征。在电极被激活后，通过追踪纱线之间的角度变化，就可以捕捉它们的相对运动，进而准确识别用户的手势操作。

举个例子，如果两条对称纱线的相对初始位置偏移超过 90 度，就意味着用户可能正在有意扭转线绳。当然，触碰的力度、面积和时间等参数也会纳入考量，以减少误判。

基于软线绳的触敏性，其交互原则不同于玻璃或塑料这样的硬性结构，研究团队为此设计了两条交互准则：简单手势和闭环反馈。

前者强调操作手势必须是简短的，无论是一触即发，还是连续操作，都必须符合直觉。后者则意味着，在整个交互过程中，用户会得到适当且持续的视觉、触觉和听觉反馈，减少不确定性。前文提到的在织物中加入光纤，就是提



供视觉反馈的核心方式，不同颜色的光束可以向用户提供多样化的动态实时反馈。

为了进行概念验证，谷歌团队已经开发了三种结合电子纺织线的产品，都是生活中常见的东西，包括能够控制手机媒体播放的 USB-C 耳机 (线)，在衣服上添加音乐控制功能的帽衫抽绳，以及能够控制智能音箱的电源线。

## 恰当的操作手势

为了确定什么是简单的、符合直觉的操作手势，谷歌团队曾经进行过手势操作研究。针对新研究，他们又额外收集了 12 位志愿者的 864 个手势样本，每个人被要求执行 8 种手势，重复 9 次。

在重复相同动作时，人们不可能做到完全一致，而且每个人又有个体差异，比如有的人习惯用拇指和食指捏住并扭

