

# 可穿戴光学技术的进步带来了弹性光纤传感器

对可穿戴式传感器的研究在过去几年中不断增加。可穿戴技术的扩展激励了对更高效的传感器的开发，用来收集和来自现实世界的的数据。小型可穿戴式传感器使研究人员能够更有效地跟踪人体运动。可穿戴式传感器的应用范围广泛，从允许医生监视威胁生命的状况到提高电子游戏中动画的质量。高效的传感器体积小、耐用、可实时采集大量数据。这三个方面中任一方面的改进都会大大增加传感器的价格。

《Optica》是光学学会（The Optical Society）针对高影响力研究的期刊，其刊登了对一种新型传感器的研究，这种传感器可以在提高传感器效率的同时降低单位价格。由北京清华大学精密测量技术与仪器国家重点实验室的杨昌喜带领团队开发了一种有足够强度可以感测人体运动的弹性光纤。

弹性光纤的直径薄至 0.5 毫米，既耐用又有弹性。尤其是有弹性这一特征使其可以提供详细的数据。弹性光纤传感器可以映射到其附着的位置和拉伸强度。该新型光纤与目前使用的光纤传感器的不同在于，它足够灵敏和有弹性，从而可以检测关节运动。

杨教授说：“这种新技术提供了一种用于测量极大变形的的光纤方法。”“它耐磨、可安装，并且还具具有固有的电气安全性和抗[电磁干扰](#)等光纤固有的优点。”

## 以前的应用

常见的光纤传感器多年来一直在桥梁和建筑物中使用。当光纤拉伸和弯曲时，它会使光发生折射，使监视器更容易检测到光。然而，光纤可以处理的最大应变通常小于 1%，使得光纤不适合用来感测身体运动，因为只要弯曲一根手指就会引起至少 30%的应变。这就是为什么对大多数运动传感的研究都是针对电子传感器。这种传感器通常通过测量电性能的变化（例如传感器弯曲时的电阻）来测量人体的运动。这些系统在使用户感觉舒适的同时难以调整到适宜跟踪身体运动。它们也容易受到我们每天遇到的许多电磁信号（即手机、信用卡甚至其他传感器）的干扰。可弯曲的光纤可以避免这些问题，并且可能产生比基于电子的可穿戴设备更稳定和可持续的设备。

## 新研究

在清华大学，杨教授和他的学生经过多次尝试以后开发了一种硅酮纤维——具体而言，一种称为聚二甲基硅氧烷（PDMS）的软聚合物。他们使所得到的纤维经过一系列复杂的测试，比如反复拉伸至其长度的两倍。即使经过 500 次拉伸，纤维仍然恢复到原来的长度。

杨教授说：“制造的 PDMS 纤维表现出优异的机械柔韧性，并且很容易捆绑和扭曲。”不但如此，当团队将生产的纤维直径缩小到原来的四分之一时，纤维的机械强度实际上反倒增加了。

为了辅助感测，研究人员将一种名为罗丹明 B 的荧光染料混入硅酮中。当光透过纤维时，一些光被染料吸收；纤维拉伸得越多，染料吸收的光就越多。因此，用分光镜简单地测量透射光就可以测量纤维被拉伸或弯曲多少，这告诉观察者关于其附着的任何身体部位的移动。

研究小组为了测试该想法，将光纤附着到橡胶手套上，然后在用户弯曲手指时对其进行监测。运动过程中结果清晰。在普通硅酮光纤中，测得的纤维应变从不到 1%至 36%以

上。这种应变的质量与我们手指的弯曲能力相符，并且与使用电子传感器测量的应变明确相符。

杨教授表示：“PDMS 光纤具有出色的柔韧性和可拉伸性，这使其对感测大应变特别有吸引力。”他补充说，这是研究人员首次使用光学传感器捕捉人体运动。

他们还测试了弹性光纤对更细微的应变的感测，例如当人呼吸或说话时颈部肌肉的移动。杨教授说：“所有的结果都表明，光学应变传感器可以用于监测各种人体运动，并可能为探测人机界面提供新的方法。”

该团队还在不同环境下（例如在水、甘油和空气中）测试了弹性光纤。虽然在不同环境中的测试准确度有些微的变化，但是测试是成功的。这种行为表明该新型传感器需要针对使用的特定环境进行校准。

该团队将光纤附接到卤素灯上进行照明，并用光谱仪测量了通过它的光线。为了使这种技术适合于生产可穿戴设备，杨教授说应该有可能开发一种紧凑型的光源和光谱仪，这种光源和光谱仪可以很容易地穿在身上。

要阅读研究分析，请点击[这里](#)。