

可穿戴光學技術的進步帶來了彈性光纖傳感器

對可穿戴式傳感器的研究在過去幾年中不斷增加。可穿戴技術的擴展激勵了對更高效的傳感器的開發，用來收集和處理來自現實世界的數據。小型可穿戴式傳感器使研究人員能夠更有效地跟蹤人體運動。可穿戴式傳感器的應用範圍廣泛，從允許醫生監視威脅生命的狀況到提高電子遊戲中動畫的質量。高效的傳感器體積小、耐用、可實時採集大量數據。這三個方面中任一方面的改進都會大大增加傳感器的價格。

《Optica》是光學學會（The Optical Society）針對高影響力研究的期刊，其刊登了一種新型傳感器的研究，這種傳感器可以在提高傳感器效率的同時降低單位價格。由北京清華大學精密測量技術與儀器國家重點實驗室的楊昌喜帶領團隊開發了一種有足夠強度可以感測人體運動的彈性光纖。

彈性光纖的直徑薄至 0.5 毫米，既耐用又有彈性。尤其是有彈性這一特征使其可以提供詳細的數據。彈性光纖傳感器可以映射到其附著的表面上的位置和拉伸強度。該新型光纖與目前使用的光纖傳感器的不同在於，它足夠靈敏和有彈性，從而可以檢測關節運動。

楊教授說：“這種新技術提供了一種用於測量極大變形的光纖方法。”“它耐磨、可安裝，並且還具有固有的電氣安全性和抗[電磁干擾](#)等光纖固有的優點。”

以前的應用

常見的光纖傳感器多年來一直在橋梁和建築物中使用。當光纖拉伸和彎曲時，它會使光發生折射，使監視器更容易檢測到光。然而，光纖可以處理的最大應變通常小於 1%，使得光纖不適合用來感測身體運動，因為只要彎曲一根手指就會引起至少 30% 的應變。這就是為什麼對大多數運動傳感的研究都是針對電子傳感器。這種傳感器通常通過測量電性能的變化（例如傳感器彎曲時的電阻）來測量人體的運動。這些系統在使用戶感覺舒適的同時難以調整到適宜跟蹤身體運動。它們也容易受到我們每天遇到的許多電磁信號（即手機、信用卡甚至其他傳感器）的干擾。可彎曲的光纖可以避免這些問題，並且可能產生比基於電子的可穿戴設備更穩定和可持續的設備。

新研究

在清華大學，楊教授和他的學生經過多次嘗試以後開發了一種硅酮纖維——具體而言，一種稱為聚二甲基硅氧烷（PDMS）的軟聚合物。他們使所得到的纖維經過一系列複雜的測試，比如反復拉伸至其長度的兩倍。即使經過 500 次拉伸，纖維仍然恢復到原來的長度。

楊教授說：“制造的 PDMS 纖維表現出優異的機械柔韌性，並且很容易捆綁和扭曲。”不但如此，當團隊將生產的纖維直徑縮小到原來的四分之一時，纖維的機械強度實際上反倒增加了。

為了輔助感測，研究人員將一種名為羅丹明 B 的螢光染料混入硅酮中。當光透過纖維時，一些光被染料吸收；纖維拉伸得越多，染料吸收的光就越多。因此，用分光鏡簡單地測量透射光就可以測量纖維被拉伸或彎曲多少，這告訴觀察者關於其附著的任何身體部位的移動。

研究小組為了測試該想法，將光纖附著到橡膠手套上，然後在用戶彎曲手指時對其進行監測。運動過程中結果清晰。在普通硅酮光纖中，測得的纖維應變從不到 1% 至 36% 以

上。這種應變的質量與我們手指的彎曲能力相符，並且與使用電子傳感器測量的應變明確相符。

楊教授表示：“PDMS 光纖具有出色的柔韌性和可拉伸性，這使其對感測大應變特別有吸引力。”他補充說，這是研究人員首次使用光學傳感器捕捉人體運動。

他們還測試了彈性光纖對更細微的應變的感測，例如當人呼吸或說話時頸部肌肉的移動。楊教授說：“所有的結果都表明，光學應變傳感器可以用於監測各種人體運動，並可能為探測人機界面提供新的方法。”

該團隊還在不同環境下（例如在水、甘油和空氣中）測試了彈性光纖。雖然在不同環境中的測試準確度有些微的變化，但是測試是成功的。這種行為表明該新型傳感器需要針對使用的特定環境進行校准。

該團隊將光纖附接到鹵素燈上進行照明，並用光譜儀測量了通過它的光線。為了使這種技術適合於生產可穿戴設備，楊教授說應該有可能開發一種緊湊型的光源和光譜儀，這種光源和光譜儀可以很容易地穿在身上。

要閱讀研究分析，請點擊[這裡](#)。