

# Технические улучшения в носимых оптических устройствах приводят к появлению эластичных оптико-волоконных датчиков

В последние годы масштабы исследований в области разработки носимых датчиков выросли. Распространение «носимых технологий» стимулирует разработку более эффективных датчиков для сбора и обработки данных из реального мира. Компактные носимые датчики позволяют исследователям более эффективно отслеживать движение тела. Сферы применения носимых датчиков разнообразны: от датчиков, позволяющих врачам контролировать состояние, угрожающее жизни пациента, до датчиков, повышающих качество анимации в видеоиграх. Эффективные датчики компактны, долговечны и собирают большие объемы данных в режиме реального времени. Улучшение в любой из этих областей может привести к существенному росту стоимости датчика.

«*Оптика*» (*Optica*), журнал, издаваемый Оптическим обществом (The Optical Society) и освещающий инновационные научные исследования, дает первый обзор нового типа датчика, который может повысить эффективность работы таких датчиков и одновременно уменьшить их стоимость. Группа исследователей под руководством Чанси Янга (Changxi Yang) из Государственной ведущей лаборатории точных измерительных технологий и инструментов Университета Цинхуа в Пекине разработала эластичные оптические волокна, достаточно крепкие, чтобы улавливать движение человеческого тела.

Эластичные оптические волокна имеют диаметр 0,5 мм и отличаются долговечностью и гибкостью. Последнее свойство позволяет им предоставлять исследователю подробные данные о движении. Эластичные оптико-волоконные датчики можно калибровать с учетом положения и деформации поверхности, на которой они закреплены. Новый тип оптических волокон отличается от волокон, используемых в датчиках в настоящее время: новые волокна достаточно чувствительные и гибкие, благодаря чему они способны улавливать движение суставов.

«Эта новая технология обеспечивает оптоволоконный метод измерения очень обширных деформаций, — комментирует Янг. — Она предусматривает возможность установки и ношения датчиков на теле и отличается внутренними преимуществами оптических волокон, такими как безопасность и устойчивость к электромагнитным помехам».

## Сферы применения в прошлом

Обычные оптоволоконные датчики используются в конструкциях мостов и зданий в течение многих лет. При изгибе и растяжении волокно преломляет свет, что позволяет датчиком легко определять состояние конструкции. Однако волоконная оптика обычно способна улавливать максимальную деформацию менее 1 процента, вследствие чего она непригодна для отслеживания движений тела, учитывая, что сгибание лишь одного пальца вызывает деформацию на уровне минимум 30 процентов. Поэтому в большинстве

исследований в сфере отслеживания движения стали использоваться электронные датчики. Такие датчики обычно измеряют движение человеческого тела путем определения изменений в электрических характеристиках, например сопротивления при изгибе датчика. Такие системы сложно масштабировать до размеров, позволяющих использовать их для отслеживания перемещений тела и в то же время обеспечивать пользователю комфортные ощущения. Они также восприимчивы к помехам от многих электромагнитных сигналов, с которыми мы сталкиваемся ежедневно (например, сигналов сотовых телефонов, кредитных карт или даже других датчиков). Используя гибкое оптическое волокно, можно избежать таких проблем и, возможно, создать носимые устройства, которые более устойчивы и экологобезопасны, чем те, которые основаны на электронике.

### **Новое исследование**

После нескольких попыток Янг и его студенты из Университета Цинхуа разработали волокно из силикона — специального мягкого полимера, называемого полидиметилсилоксан (PDMS). Они подвергли получившиеся волокна серии тщательно разработанных испытаний, например растяжению до удвоения длины волокна. Даже после 500 растяжений волокна возвращались к своей первоначальной длине.

«Полученные волокна из PDMS продемонстрировали великолепную механическую гибкость и способность к легкому связыванию и скручиванию», — отметил Янг. Кроме того, когда команда исследователей уменьшила диаметр изготовленных ими волокон до четверти первоначального размера, их механическая прочность фактически возросла.

Для улучшения качества измерений исследователи добавили в силикон флуоресцентный краситель «Родамин Б». Когда свет проходит через волокно, некоторое количество света поглощается красителем; чем больше растягивается волокно, тем больше света поглощает краситель. Простым измерением проходящего света с помощью спектроскопа можно определить, насколько растянуто или согнуто волокно, а это, в свою очередь, сообщит исследователю о перемещении любой части тела, к которому прикреплено такое волокно.

Исследовательская группа проверила эту идею, прикрепив оптическое волокно к резиновой перчатке, а затем отследив изменения, когда пользователь сгибал и разгибал пальцы. Полученные во время движения результаты были ясны и понятны. Измеренная деформация волокна превышала 36 процентов по сравнению менее чем с 1 процентом для обычного силиконового оптического волокна. Такое качество деформации соответствует той степени изгиба, на которую способны наши пальцы и определенно соответствует деформации, измеренной с помощью электронных датчиков.

«Благодаря замечательной гибкости и растяжимости волокно из PDMS особенно хорошо подходит для измерения значительных деформаций», — говорит Янг, добавляя, что исследователи впервые использовали оптический датчик для регистрации движений человеческого тела.

Эластичные оптические волокна также прошли испытание на чувствительность к более слабым деформациям, например к движению шейных мышц при дыхании или разговоре человека. «Все результаты демонстрируют, что оптический датчик деформаций может использоваться для отслеживания различных движений человека и обеспечить новый подход к исследованию интерфейсов "человек — машина"», — комментирует Янг.

Кроме того, команда исследователей испытала эластичное оптическое волокно в различных средах, таких как вода, глицерол и воздух. Испытания прошли успешно, хотя в разных средах точность измерения слегка варьировалась. Такая закономерность подсказывает, что необходимо выполнять калибровку новых датчиков с учетом конкретной среды, в которой они будут использоваться.

Исследователи освещали волокно, прикрепив его к галогеновой лампе, и с помощью спектрометра измеряли количество света, прошедшего через волокно. Согласно Янгу, для того чтобы адаптировать технологию для создания носимого устройства, необходимо разработать компактные источник света и спектрометр, которые можно с комфортом носить на теле.

[Чтобы прочитать анализ исследования, нажмите здесь.](#)