

Точный оптоволоконный сенсор для экстремальных условий



В авиации, энергетике и нефтегазовом деле датчикам приходится работать там, где обычная электроника выходит из строя — при высоких температурах, в условиях вибрации и ограниченного пространства. Оптоволоконные сенсоры давно используются для таких задач, но у них есть ограничение: показания таких датчиков чувствительны не только к измеряемой величине (например, давлению), но и к температуре. Для преодоления этого препятствия часто используют комбинированные чувствительные элементы, измеряющие и температуру, и давление одновременно, однако в этом случае сигналы накладываются друг на друга. Разделить их без потери точности сложно.

Профессор Высшей школы прикладной физики и космических технологий СПбПУ Николай Ушаков и его коллеги из Харбинского инженерного университета нашли способ повысить точность измерений, не усложняя конструкцию датчиков. Вместо доработки «железа» исследователи применили нейросеть для обработки сигнала. Результаты совместной работы опубликованы в журнале первого квартрия Q1 Optics and Lasers in Engineering.

В основе работы — гибридный сенсор, объединяющий интерферометр Фабри-Перо (EFPI), чувствительный к давлению, и волоконную брэгговскую решетку (FBG), реагирующую на температуру. Оба элемента включены последовательно и формируют общий спектр отраженного света. Температура смещает центральную длину волн решетки, давление меняет фазу интерференционной картины. Но при одновременном воздействии эти эффекты переплетаются, и отделить один от другого стандартными методами, например поиском пиков или полиномиальной аппроксимацией, удается лишь с ограниченной точностью.

Авторы обучили двухканальную сверточную нейросеть на 36 наборах спектральных данных (температура от 20 до 150°C, давление от 0,1 до 4 МПа). Один канал сети выделяет признаки температуры, другой — давления. На этапе совместного обучения модель учится разделять взаимные искажения. В результате средняя ошибка измерения температуры составила 0,907°C, давления — 0,035 МПа. Время обработки одного спектра — 0,38 мс, что позволяет использовать метод в реальном времени. Модель также корректно работала с данными, не входившими в обучающую выборку.

Оригинал статьи: [REDACTED]

