

## Cảm biến công trình xây dựng: Nhỏ bé nhưng hữu dụng

*Xuất phát từ những nghiên cứu cơ bản trong lĩnh vực điện tử số và đo lường điện tử, TS. Đào Thanh Toàn và các cộng sự ở khoa Điện - Điện tử, Trường đại học Giao thông vận tải, đã chế tạo ra nhiều thiết bị tự động theo dõi tình trạng công trình xây dựng cũng như sức khỏe con người. Một trong số đó là cảm biến áp lực hữu cơ, thiết bị tuy nhỏ bé nhưng hữu dụng nếu được áp dụng trong thực tế.*

### Áp dụng công nghệ mới vào Việt Nam

Thông thường, việc kiểm tra định kỳ các công trình xây dựng vẫn được các chuyên gia và cơ quan quản lý dựa vào những bản vẽ kỹ thuật và thông số từ thiết bị đo đạc, quan trắc tại hiện trường. Việc tiến hành như vậy thường mất thời gian và chưa hẳn đã đem lại kết quả chính xác. Vào thời kỳ của tự động hóa và kỹ thuật số, nhiều quốc gia tiên tiến trên thế giới đã bắt đầu áp dụng những giải pháp mới như lắp đặt các loại cảm biến để theo dõi tình trạng công trình xây dựng, giúp các đơn vị quản lý kịp thời phát hiện hư hỏng, đảm bảo an toàn cho người sử dụng, đồng thời cung cấp các số liệu phục vụ công tác nghiên cứu hoặc cải tiến thiết kế. Thậm chí ở Singapore, Chính phủ đã xác định Chiến lược cảm biến thông minh quốc gia (sử dụng các thiết bị cảm biến để thu thập dữ liệu trong mọi lĩnh vực, bao gồm giao thông) là 1 trong 5 chiến lược quốc gia cần thực hiện để trở thành một quốc gia thông minh.



*Cảm biến công trình xây dựng do TS. Đào Thanh Toàn và các cộng sự nghiên cứu chế tạo*

Mặc dù có nhiều lợi ích song ở Việt Nam, việc lắp đặt cảm biến cho các công trình xây dựng vẫn còn hạn chế do rào cản giá thành. “Ở Việt Nam, các loại cảm biến này chủ yếu được lắp đặt trong các cầu hiện đại mới xây dựng như cầu Nhật Tân,... với khoảng 9-10 loại cảm biến quan trắc các yếu tố khác nhau, đi kèm trong gói hệ thống điện tử, tổng giá trị mỗi gói này khoảng vài chục tỷ đồng”, TS. Đào Thanh Toàn ở khoa Điện - Điện tử, Trường đại học Giao thông vận tải cho biết.

Đây là lý do để anh và các cộng sự nghiên cứu và chế tạo thành công cảm biến áp lực hữu cơ giá thành rẻ nhưng có hiệu quả tương đương so với các loại cảm biến hiện có trên thị trường. “So với cảm biến được chế tạo bằng vật liệu vô cơ truyền thống, cảm biến áp lực hữu cơ có ưu điểm nổi bật là mềm dẻo, phù hợp với nhiều bề mặt công trình khác nhau, quy trình sản xuất đơn giản. Ngoài mục tiêu giám sát tình trạng công trình xây dựng, chúng tôi mong muốn các thiết bị này sẽ được phổ biến hơn ở Việt Nam để thu thập dữ liệu quan trắc kết cấu công trình xây dựng theo thời gian thực, hướng đến mục tiêu xây dựng đô thị thông minh trong tương lai”, anh nói.



*TS. Đào Thanh Toàn. Ảnh: Thanh An*

Không phải ngẫu nhiên mà TS. Đào Thanh Toàn lại có ý tưởng này. Đây là hướng nghiên cứu mà anh vẫn theo đuổi kể từ lúc còn làm nghiên cứu sinh ở Viện Khoa học và Công nghệ tiên tiến Nhật Bản (JAIST) cho đến khi về công tác tại Trường đại học Giao thông vận tải. “Kể từ khi về nước năm 2014, chúng tôi đã thực hiện nhiều đề tài nghiên cứu trong lĩnh vực này, từ các đề tài cấp trường, cấp bộ cho đến cấp nhà nước như ‘Phát triển các thiết bị hữu cơ hiệu suất cao dựa trên bán dẫn không gian p-tinh thể’ do Bộ Giáo dục, Văn hóa, Thể thao, Khoa học và Công nghệ Nhật Bản tài trợ hay ‘Điều khiển điện áp ngưỡng trong vi mạch CMOS hữu cơ’ do quỹ NAFOSTED tài trợ”, anh cho biết. Những đề tài chủ yếu liên quan đến vật liệu hữu cơ, thiết bị bán dẫn và các loại vi mạch... như vậy đã giúp TS. Đào Thanh Toàn có được những hiểu biết tương đối đầy đủ về nguyên lý hoạt động của các loại cảm biến, thiết bị không dây..., những yếu tố nền tảng để phát triển thành các cảm biến hữu dụng sau này.

### **Lựa chọn công nghệ phù hợp với Việt Nam**

Trong quá trình tìm hiểu, anh nhận thấy phần lớn các loại cảm biến áp lực hữu cơ dùng để quan trắc các công trình xây dựng trên thị trường hiện nay sử dụng công nghệ cầu điện trở (strain gauge), gồm một sợi dây kim loại mảnh đặt trên một tấm cách điện đàn hồi. Nguyên lý hoạt động khá đơn giản: dây kim loại bị lực tác động sẽ dẫn đến thay đổi điện trở. Do vậy, người ta sẽ gắn cầu điện trở vào bề mặt vật liệu để đo sự biến dạng của vật liệu thông qua việc đo sự thay đổi của điện trở - điện trở sẽ giảm khi chịu lực nén và tăng khi chịu lực kéo dãn.

Tuy nhiên, việc áp dụng công nghệ cầu điện trở để sản xuất cảm biến ở Việt Nam không phải là điều đơn giản vì cần có phòng sạch, đòi hỏi chi phí đầu tư lớn. “Điều kiện chế tạo cảm biến theo công nghệ này phải cực kì tinh khiết, chỉ cần lệch một chút thôi là sai số sẽ rất lớn, ảnh hưởng đến độ nhạy của cảm biến”, TS. Đào Thanh Toàn cho biết.

Vậy làm thế nào để chế tạo cảm biến trong điều kiện của Việt Nam? Để trả lời câu hỏi này, TS. Đào Thanh Toàn và các cộng sự đã đề xuất chế tạo cảm biến sử dụng vật liệu polyme bằng phương pháp ép nhiệt. Cụ thể, nhóm nghiên cứu đã đặt 1 lớp vật liệu mỏng bằng polyme giữa hai tấm điện cực bằng nhôm và dùng máy ép nhiệt ở nhiệt độ 80°C để liên kết các thành phần lại với nhau. Sau đó, cảm biến sẽ được nối với thiết bị thu thập dữ liệu: gồm mạch tích hợp (IC) và mạch nhúng. “Khi có sự biến dạng cơ học như uốn cong, nứt gãy, cảm biến sẽ phát tín hiệu. Thiết bị thu thập dữ liệu sẽ thu

thập các tín hiệu, xử lý và tính toán theo một công thức do chúng tôi xây dựng, sau đó sẽ truyền bằng bluetooth về điện thoại hoặc máy tính liên tục để theo dõi sự thay đổi theo thời gian thực”, TS. Đào Thanh Toàn giải thích về nguyên lý hoạt động.

Thoạt nhìn, quy trình này có vẻ đơn giản nhưng thực tế, để tìm ra công thức tính giá trị điện dung và điều kiện tối ưu để chế tạo cảm biến, nhóm nghiên cứu đã tốn nhiều thời gian mày mò thử nghiệm. “Đơn giản như để tìm ra nhiệt độ ép phù hợp để polyme kết dính tốt nhất mà không bị cháy, chúng tôi phải mất đến 1-2 năm. Để thử nghiệm hoạt động của cảm biến, chúng tôi phải đổ dầu xi măng và gắn cảm biến vào, mỗi lần thử nghiệm xong là dầu đấy sẽ hỏng và bỏ đi luôn, chúng tôi phải làm vài chục lần nên cũng khá tốn kém”, anh cho biết. “Tuy nhiên, một điều thuận lợi là chúng tôi cũng nhận được sự ủng hộ của nhà trường, nhiều doanh nghiệp trực thuộc trường đã nhiệt tình hỗ trợ chúng tôi trong quá trình thử nghiệm”.

Những nỗ lực của nhóm nghiên cứu đã đem lại kết quả: cảm biến áp lực hữu cơ do TS. Đào Thanh Toàn và các cộng sự chế tạo bằng phương pháp ép nhiệt có độ nhạy tương đồng, thậm chí một số lần thử nghiệm còn cho kết quả tốt hơn cảm biến thông thường, trong khi giá thành chỉ bằng khoảng một nửa. “Cảm biến sản xuất theo phương pháp này có tính mềm dẻo cao, kích thước lớn, vì vậy sẽ giảm số lượng cảm biến cần sử dụng, cảm biến được dán lên bề mặt công trình cần giám sát (như dầm, sàn bê tông, cột, trụ,...) để theo dõi tình trạng như cong, nứt nên dễ dàng thay thế, sửa chữa”, anh cho biết.

Với tính sáng tạo cao, cảm biến áp lực hữu cơ để theo dõi sức khỏe công trình xây dựng của TS. Đào Thanh Toàn và các cộng sự đã được Cục Sở hữu trí tuệ cấp bằng độc quyền sáng chế số [1-0023872](#) được công bố vào ngày 25/5/2020. Ngoài ra, “chúng tôi cũng hướng dẫn được 1 nghiên cứu sinh và có thêm được 2 công bố quốc tế”, anh cho biết.

Những kết quả đạt được đã phần nào khẳng định năng lực và giúp nhóm nghiên cứu có thêm tự tin để thực hiện các ý tưởng mới. “Hiện nay, chúng tôi đang nghiên cứu về cảm biến tải trọng, có thể đo được hàng năm trên một con đường có bao nhiêu phương tiện vận tải chạy qua, có bị vượt quá tải trọng hay không,... Chúng tôi đã nộp đơn sáng chế tiếp theo cho cảm biến tải trọng và hy vọng cuối năm sẽ được cấp”, anh cho biết.

### **Tìm ý nghĩa mới trong dữ liệu thu thập**

Mặc dù tự tin rằng “độ tin cậy của cảm biến không phải là vấn đề” song TS. Đào Thanh Toàn cũng cho biết, việc thương mại hóa sáng chế này còn một quãng đường dài. “Để đưa vào thương mại, chúng tôi phải thực hiện thêm nhiều thử nghiệm nữa, phải qua được công đoạn đăng kiểm của Tổng Cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng, rồi tìm doanh nghiệp chuyển giao, vấn đề giá cả,... rất nhiều thứ phải làm, cũng đòi hỏi đầu tư nhiều”.

Dù mong muốn thương mại hóa sản phẩm chưa thành hiện thực nhưng nhóm nghiên cứu vẫn tiếp tục triển khai ứng dụng các cảm biến này trong khả năng của mình. “Hiện nay chúng tôi đang lắp hệ thống cảm biến quan trắc thường xuyên ở 4 nơi, gồm cầu vượt bên Aeon Mall Long Biên, cầu Thăng Long, một tòa nhà trong Trường đại học Giao thông vận tải và một cầu vượt gần trường. Hằng ngày, hệ thống quan trắc này vẫn liên tục gửi về rất nhiều dữ liệu, chúng tôi có làm một website và đặt nhà server máy chủ ở trong trường”, anh cho biết. “Chúng tôi muốn thu thập và phân tích xem có thể làm được gì với những dữ liệu thu được đó”.

Nguồn: Bài viết hợp tác giữa Cục Sở hữu trí tuệ và Báo Khoa học và Phát triển