

AiFOAM: Vật liệu mới giúp robot nhạy cảm và thông minh hơn

Với sự phát triển không ngừng của trí tuệ nhân tạo và công nghệ vật liệu, robot cũng như máy móc đang ngày càng trở nên thông minh hơn, mặc dù vậy chúng vẫn chưa có được khả năng cảm nhận bằng xúc giác và tương tác với môi trường xung quanh một cách phức tạp và tinh tế như con người. Giờ đây, khoảng cách này đang được thu hẹp khi các nhà nghiên cứu của Singapore thuộc Đại học Quốc gia Singapore (NUS) và Viện Công nghệ và Đổi mới Sức khỏe (iHealthtech) đã nghiên cứu, chế tạo thành công một loại bọt thông minh (dùng làm da cho robot), giúp robot có thể tự chữa lành vết thương và có được sự nhạy cảm xúc giác khá gần với khả năng của con người. Kết quả nghiên cứu đã được công bố trên Tạp chí Nature Communications.

Nâng cấp khả năng xúc giác cho robot

Xúc giác cho phép con người tương tác với nhiều đối tượng và hoạt động hiệu quả trong những môi trường không quen thuộc, ví dụ như trong bóng tối hay khi những giác quan khác không thể cảm nhận được môi trường xung quanh. Nếu robot cũng có được khả năng này như con người, chuyển động của chúng sẽ mượt mà hơn, an toàn hơn và dễ đoán hơn.

Với mong muốn trang bị cho robot những giác quan tinh tế để chúng ngày càng thông minh và gần gũi với con người, các nhà khoa học đã dành nhiều thời gian cho việc chế tạo các loại da điện tử (e-skin) bắt chước da của con người. Da điện tử có nhiệm vụ giúp robot hay các bộ phận tay/chân giả có “cảm giác chạm” để thực hiện được nhiều nhiệm vụ hơn, tương tác tốt hơn với các đối tượng và con người. Các nhà nghiên cứu hy vọng trong tương lai, với da điện tử robot có thể thực hiện mọi công việc trong nhà và trao đổi cảm xúc với con người thông qua giao tiếp xúc giác; những người bị cụt tay/chân sẽ lấy lại đầy đủ các chức năng của xúc giác, thậm chí là hơn thế nếu như các cảm biến có thể phát hiện những kích thích từ bên ngoài.

Chính vì vậy, trong hơn 2 thập kỷ qua, cộng đồng nghiên cứu trên thế giới đã làm việc tích cực để có thể cho ra đời loại da điện tử tốt nhất, gần với da người nhất. Một số loại vật liệu có khả năng co giãn và tự phục hồi đã ra đời. Các loại cảm biến khác nhau (cảm biến xúc giác, hóa học...) đã được phát triển. Bên cạnh đó, công nghệ giao tiếp không dây, công nghệ xử lý tín hiệu tiêu thụ điện năng thấp, điện cực giao tiếp thần kinh... cũng đã có sự tiến bộ đáng kể, phục vụ tốt hơn cho mục tiêu này. Mặc dù vậy, sự ra đời của một loại da điện tử có khả năng tự phục hồi và phát hiện các vật thể tiếp xúc gần, đồng thời cảm nhận được hướng lực của vật thể vẫn chưa được công bố ở bất cứ đâu. Gần đây đã có những nỗ lực đáng kể của các nhà nghiên cứu trong việc sử dụng gel ion làm dây thần kinh nhân tạo trong da điện tử, song loại



Người dẫn đầu nhóm nghiên cứu - PGS Benjamin Tee (trái) cùng cộng sự giới thiệu mẫu vật liệu AiFoam.

dây thần kinh này đã không cho thấy độ nhạy xúc giác. Một số loại da điện tử tiên tiến khác cũng đã có khả năng cảm nhận được áp lực khi tiếp xúc trực tiếp với một vật thể. Tuy nhiên cho đến nay vẫn chưa có loại da điện tử nào có thể cảm nhận được hướng chuyển động của các vật thể gần kề vì điều này đòi hỏi khả năng cảm nhận phức tạp hơn nhiều.

AiFoam: bước đột phá của da điện tử

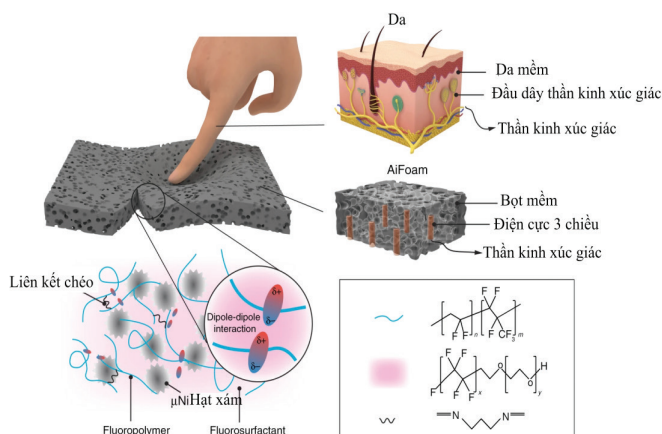
Tham gia hướng nghiên cứu trên, mới đây các nhà nghiên cứu thuộc Khoa Kỹ thuật và khoa học vật liệu thuộc NUS và iHealthtech do PGS Benjamin Tee dẫn đầu đã công bố kết quả đầy khả quan khi cho ra đời một loại vật liệu hoàn toàn mới mà họ đặt tên là bọt nhân tạo bên trong hay AiFoam.

AiFoam mềm giống như bọt biển. Thực chất nó là một loại polymer có độ đàn hồi cao được tạo ra bằng cách trộn một chất giống Teflon (được gọi là fluoropolymer) với chất hoạt động bề mặt để làm giảm sức căng bề mặt. Vật liệu này khi bị tách thành nhiều mảnh sẽ dễ dàng hợp nhất trở lại. Sau đó, nhóm nghiên cứu đã nhúng vào vật liệu các hạt kim loại siêu nhỏ, giúp AiFoam có thể cảm

nhận được sự hiện diện của một vật thể giống như ngón tay người.

Nhóm nghiên cứu cho biết, họ đã quyết định phát triển loại bọt này vì nhiều lý do như độ mềm của bọt có thể được kiểm soát tốt hơn bằng cách thay đổi tỷ lệ giữa lượng không khí và nguyên liệu. Bọt cũng cho phép vật liệu cảm nhận tốt hơn sự hiện diện của con người so với các vật liệu khác thường được dùng làm da điện tử như silicon. Trên thực tế, AiFoam có thể phát hiện sự hiện diện của ngón tay người từ khoảng cách xa hàng cm. Tính năng độc đáo này của AiFoam hiệu quả hơn nhiều so với các loại cảm biến tiệm cận thường sử dụng ánh sáng và phản xạ (có thể dẫn đến tỷ lệ dương tính giả hoặc âm tính cao).

Để bắt chước các đầu dây thần kinh nhạy cảm trên da người, các nhà nghiên cứu đã nhúng các điện cực hình trụ nhỏ bên dưới bề mặt của bọt, giúp cho vật liệu có thể phát hiện hướng của lực tác dụng chứ không chỉ là lực tác dụng. Điều này sẽ cho phép robot hiểu ý định của con người tốt hơn hoặc biết rằng một vật thể tiếp xúc sắp di chuyển, để chúng có thể phản ứng nhanh hơn và phù hợp hơn. “Bằng cách tạo bọt với công thức đặc biệt, AiFoam có thể cảm nhận được cả áp suất và khoảng cách một cách dễ dàng”, PGS Benjamin Tee cho biết.



Sơ đồ cơ chế của vật liệu AiFoam (bên trái): Các chuỗi polyme (đường cong màu xanh lam) được liên kết chéo bởi DAP (đường cong màu đen) và được bao quanh bởi chất fluorosurfactant (màu hồng) để tạo thành chất đàn hồi gốc mô-đun thấp. Các hạt niken siêu nhỏ (μNi) có cấu trúc nano bề mặt (hạt xám) được trộn với chất đàn hồi để tạo thành vật liệu bọt. Tương tác lưỡng cực - lưỡng cực giữa các chuỗi polyme và phân tử chất hoạt động bề mặt giữ cho hoạt động bề mặt bên trong polyme và cho phép vật liệu tự phục hồi. AiFoam được chế tạo bằng cách nhúng các điện cực ba chiều vào vật liệu bọt để bắt chước bề mặt bên trong của da người. Phía bên phải hình, ở giữa là mô tả cấu tạo của AiFoam; phía trên cùng là mô phỏng hệ thống cảm ứng bên trong của da người.

AiFoam có thể tự phục hồi ngay cả sau khi bị cắt (đặc tính lý tưởng để chế tạo da điện tử). Khi ứng dụng thực tế trên sản phẩm, da điện tử sẽ phải tiếp xúc với các ứng suất cơ học lặp đi lặp lại, do đó có thể bị hao mòn theo thời gian, ảnh hưởng tới độ bền cho nên khả năng tự phục hồi là đặc tính quan trọng cần có. AiFoam còn co giãn rất tốt, cụ thể là có thể kéo dài hơn gấp đôi chiều dài của nó (230%) mà không bị vỡ. Như chúng ta biết, khi da điện tử được trang bị như một lớp da cho robot hay các bộ phận chân/tay giả, chúng cần được kết dính tốt với các bề mặt chuyển động. Ví dụ, tại các khớp, bề mặt sẽ chịu lực căng, nén và xoắn theo phương ngang. Để da điện tử có thể kết dính với vật thể trong những điều kiện như vậy, khả năng co giãn là vấn đề quan trọng. Nếu không có khả năng này, da điện tử có khả năng bị tách lớp khỏi bề mặt. Hơn nữa, sự co giãn tốt cũng sẽ giúp người sử dụng chân/tay giả cảm thấy thoải mái hơn. Khả năng co giãn còn cần thiết để cung cấp các bậc tự do cơ học, ngăn ngừa sự cố vỡ da trong quá trình sử dụng. Khi da điện tử được gắn vào da người hoặc thay da trong các bộ phận giả, chuyển động hàng ngày của con người sẽ tạo ra giá trị sức căng lên đến 30%. Do đó, nếu không có khả năng co giãn, da điện tử có thể sẽ bị tổn thương nghiêm trọng. Trong trường hợp robot, khả năng co giãn của da điện tử sẽ cho phép robot có nhiều hình dạng khác nhau và cho phép di chuyển ở mức độ tự do cao. Đối với AiFoam, ngay cả sau khi bị cắt và tự lành khoảng 70%, nó vẫn có thể kéo dài đến 180%.

Hiện tại PGS Benjamin Tee cùng các cộng sự đang tìm kiếm các quan hệ đối tác với một số công ty chế tạo robot, cũng như tìm cách mở rộng việc sử dụng AiFoam sang các lĩnh vực khác. “Các đặc tính tự phục hồi của AiFoam, cũng như độ nhạy của nó với lực tiếp xúc, sẽ cho phép robot phán đoán ý định của con người tốt hơn và tham gia xây dựng một thể hệ robot trong tương lai có thể phản ứng với những thay đổi của môi trường một cách nhanh chóng, hiệu quả hơn”, PGS Benjamin Tee nhấn mạnh.

Chu Hải Ninh (tổng hợp)

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. <https://www.nature.com/articles/s41467-020-19531-0>.
2. <https://techxplore.com/news/2021-05-aifoam-robots-interact-intelligently.html>.
3. <https://www.slashgear.com/aifoam-helps-robots-interact-with-their-environment-10672099/>.
4. <https://www.innovationnewsnetwork.com/developing-smart-foam-make-robots-more-intelligent/11327/>.
5. <https://news.nus.edu.sg/nus-researchers-create-aifoam-for-robots-to-interact-intelligently-with-their-surroundings/>.