



تولید پارچه هوشمند قابل استتار با الهام از اختاپوس

محققان چینی با الهام از اختاپوس و با استفاده از ماهیچه مصنوعی هیدروکرومیک موفق به توسعه یک پارچه هوشمند با قابلیت استتار شده‌اند.

تیم تحقیقاتی دانشگاه نانکای چین از این ماهیچه که رفتارهای اختاپوس مانند را تقلید می‌کند به دلیل زیست سازگاری، زیست تجزیه پذیری، عایق حرارتی دمای بالا بودن و راحتی در پوشش استفاده کرده‌اند. آنها امیدوارند که این پارچه ماهیچه‌ای چند منظوره تسهیلات بیشتری را در بخش منسوجات هوشمند، فناوری اطلاعات و هوش مصنوعی فراهم کند.

پروفسور زون فنگ لیو از دپارتمان شیمی می‌گوید: «پارچه‌ای را تصور کنید که به طور خودکار خواص عایق بودن یا اتلاف حرارت خود را بر اساس دمای بیرون تنظیم می‌کند و همواره شخص را صرف نظر از این که محیط بیرون تا چه حد غیرقابل پیش بینی است، در شرایط راحت نگه می‌دارد.»

لیو امیدوار است که با توسعه پارچه‌های هوشمند با استفاده از مواد اولیه لیفی جدید،

راهکاری برای این چالش‌ها پیدا شده و فرصت‌های جدید که با وجود الیاف متداول غیرممکن به نظر می‌رسید، عملی شوند. او با اشاره به لباس‌های اوت دور به عنوان مثال گفت که لباس‌های قدیمی و متداول در سازگار شدن با شرایط در حال تغییر خوب عمل نمی‌کنند و در نتیجه تنظیم دما و رطوبت در لحظه توسط این لباس‌ها دشوار است. این نه تنها باعث ایجاد حس ناراحتی می‌شود بلکه ممکن است خطراتی نیز برای سلامت ورزشکاران به همراه داشته باشد. هدف من مهار کردن پتانسیل پارچه‌های هوشمند و در واقع بهره‌گیری از قابلیت آن‌ها برای حس کردن محیط و سازگار شدن با آن است.»

بسیاری از حیوانات در طبیعت از طریق تغییر شکل، تغییر رنگ و پنهان شدن در برابر اشعه مادون قرمز از خود محافظت می‌کنند تا به اشکال مختلفی خود را استتار نمایند.

برای مثال پارچه‌های استتار که برای استفاده در صحراها یا جنگل‌های بارانی طراحی شده‌اند دارای نیازهای متفاوتی از نظر رنگ، تنفس

پذیری و انتشارات مادون قرمز هستند. با این حال توسعه این پارچه‌های هوشمند چالش برانگیز بوده است. لیو به یک ویدیو کوتاه در مورد تقلید کردن از اختاپوس برخورد کرد و بلافاصله تحت تاثیر این که چطور می‌توان برای حل این معضل از آن استفاده کرد، قرار گرفت.

او گفت: «این موجود منحصر به فرد برای یکی شدن با محیط اطراف خود قادر است هم شکل و هم رنگش را تغییر دهد و با دقت بسیار بالایی از دست شکارچیان فرار کند. این یک نمونه بارز از نبوغ طبیعت بود.» در همان زمان دپارتمان شیمی دانشگاه نانکای در حال تحقیق بر روی الیاف ماهیچه مصنوعی بود و پس از دیدن این ویدئو این پرسش برای آن‌ها پیش آمد که آیا می‌توان الیافی خلق کرد که به طور هم زمان تغییر شکل و تغییر رنگ را تقلید کند؟

خلق الیاف

تیم تحقیقاتی با استفاده از الیاف پشم موفق به خلق الیاف ماهیچه مصنوعی شد. آن‌ها



با ایجاد تاب در نخ پشم و ایجاد زمینه برای شکل گیری اتصالات دی سولفید (S-S) دینامیک موفق به توسعه ماهیچه مصنوعی خود حمایت کننده شدند.

علاوه بر آن به منظور بهبود عملکرد الیاف آن‌ها را با رنگزاهای هیدروکرومیک ترکیب کرده و یک سیستم مشارکتی دوکاره ایجاد نمودند.

رنگزاهای هیدروکرومیک رنگزاهایی هستند که با تغییر رطوبت تغییر رنگ می دهند. لیو گفت که زمانی که الیاف پشم آب را به خود جذب می کنند اتصالات هیدروژنی درون آنها شکسته شده که منجر به تغییر شکل الیاف می شود. به طور همزمان رنگزاهای هیدروکرومیک نیز به بخار آب واکنش نشان داده و تغییر رنگ می دهند.

رنگ این پارچه در محیط های مرطوب مانند جنگل های بارانی سبز است و دارای منافذ زیادی برای تعریق می باشد. در شرایط آب و هوایی خشک مانند صحراها، رنگ پارچه به خاکی تغییر پیدا کرده و کوچک شدن منافذ آن محافظت در برابر امواج مادون قرمز را بهبود می بخشد.

با افزایش رطوبت نسبی از ۲۰ درصد به ۱۰۰ درصد میانگین اندازه منافذ پارچه هوشمند قابل استتار نیز تا حدود ۸۴ درصد کاهش پیدا می کند.

الیاف انتخاب شده توسط محققان در مقابل رطوبت واکنش نشان می دهند. هم الیاف و هم رنگزاهای پاسخگو به رنگ با تغییر در محتوای آب قابل کنترل هستند. لیو گفت: «این هم افزایشی به آنها این امکان را می دهد تا در صورت تغییر رطوبت به صورت یکپارچه با یکدیگر عمل کنند.»

به کار گیری فناوری مادون قرمز

لیو می گوید یکی از مهم ترین چالش هایی که محققان با آن روبرو بوده اند غلبه بر خصوصیات تجربی مکانیزم ها و کینتیک مربوط به پنهان شدن در برابر اشعه مادون قرمز و پاسخ هیدروکرومیک بود.

پنهان شدن در برابر اشعه مادون قرمز روشی است که قابلیت رویت اشیا یا افراد را در مقابل سنسورهای مادون قرمز کم می کند و با استفاده از پارچه ها، پوشش ها و سایر مواد اولیه مخصوص قابل دستیابی می باشد. محققان دانشگاه نانکای به صورت خیلی تصادفی و در هنگام بررسی تغییر در اندازه منافذ پارچه های هوشمند این موضوع را کشف کردند.

آنها برای این کار از دوربین مادون قرمز استفاده کردند و متوجه شدند که اشیا به صورت غیرمنتظره ای نامرئی می شوند. لیو می گوید: «این یافته تصادفی ابعاد جدیدی را به کارکردهای پارچه های هوشمند اضافه کرد که نشان دهنده پتانسیل آن برای موارد کاربردی پیشرفته می باشد. دستیابی به نتایج قابل اطمینان نیازمند تکرار آزمایشات و بازیابی بود اما این فرایند برای درک عملکرد پارچه لازم است. این کار زیربنای فعالیت های ما در زمینه تحقیق و توسعه می باشد.»

در حال حاضر متوجه شده ایم که این پارچه قابلیت استفاده مجدد را دارد چون عملکرد آن پس از بارها قرارگیری در معرض مه آب ثابت باقی مانده است. با این حال هنوز هم انجام شستشو به روش سایشی بر روی این پارچه مناسب نیست و تنها می توان آن را با آب تمیز آبکشی کرد تا اطمینان حاصل شود که پارچه با گذشت زمان خصوصیات کارکردی خود را از دست نمی دهد.

حرکت به جلو

لیو اطمینان دارد که پارچه جدید پتانسیل استفاده تجاری به ویژه در بخش فناوری های پوشیدنی هوشمند را دارد. با این حال این امر به موارد مختلفی نظیر عملکرد، هزینه های تولید و تقاضای بازار بستگی پیدا می کند.

همین حالا هم برندهای تجهیزات ورزشی مذاکرات اولیه را در مورد همکاری بالقوه در استفاده از الیاف ماهیچه مصنوعی آغاز کرده اند. هنوز برای اطمینان از ثبات تولید در مقیاس انبوه و تحت کنترل داشتن هزینه ها

نیاز به انجام بهینه سازی های بیشتر در رابطه با عملکرد الیاف می باشد.

لیو گفت: «شور و شوقی که برای این محصول در صنعت وجود دارد باعث ایجاد انگیزه در ما می شود و مسیر تبدیل کردن تحقیق به موارد کاربردی عملی و تاثیرگذار را به ما نشان می دهد.»

تیم تحقیقاتی در مراحل اولیه تحقیق به صورت فعالانه با صنایع مختلف در ارتباط بود تا فناوری علم مواد اولیه را به آن ها نشان داده و نمایشگاه ها و سمینارهای مربوطه را برگزار کند. این کار باعث جلب توجه شرکت های فعال در زمینه رباتیک، تجهیزات پزشکی و فناوری های پوشیدنی شد.

با این وجود در حال حاضر مواد اولیه از نظر استحکام و تولید نیرو از ماهیچه طبیعی ضعیف تر است. به همین دلیل محققان در حال اصلاح ساختار داخلی ماده اولیه برای مثال از طریق تنظیم آرایش ملکولی الیاف و کشف سیستم های کامپوزیتی جدید می باشند.

لیو گفت: «هدف ما رسیدن به استحکام بیشتر، سرعت بالاتر، افزایش دوام و گسترش چندمنظوره بودن است. ما در تصورات خود به الیاف ماهیچه مصنوعی به عنوان پایه و اساس یک سری از محصولات نوآورانه نگاه می کنیم.»

این الیاف چه در بخش رباتیک و فناوری ها پوشیدنی و چه در سایر بخش ها این قابلیت را دارند تا تسهیلات و امکانات جدیدی را هم در فرایندهای صنعتی و هم در زندگی روزمره به ارمغان بیاورند.

هدف تیم تحقیقاتی ایجاد پلی بین تحقیق و کاربرد در دنیای واقعی از طریق ایجاد راهکارهای جدید کاربردی و در دسترس می باشد.

مرجع:

Abigail Turner, "Octopus-inspired multi-camouflage smart fabric", WTIN, March 2025

تهیه و تنظیم: آزاده موحد