

الذكاء الاصطناعي وأهميته في علم المواد

بقلم: طيار مهندس/ محمد الشعلان

جامعة بروكسل الحرة

- عضو رابطة ملاك الطائرات والطيارين بلوكسبورغ
- عضوية العسكريين بجمعية صيانة الطيران المهنية الأمريكية

يمكن لنظام جديد من "الانفعال الهندسي" تغيير الخصائص المادية والكهربائية والحرارية للمواد. إن تطبيق القليل من الانفعال على قطعة من أشباه الموصلات أو أي مادة بلورية أخرى يمكن أن يشوه الترتيب المنظم للذرات في بنيتها بما يكفي لإحداث تغييرات جذرية في خصائصها، مثل الطريقة التي تنتقل بها الكهرباء، أو ينتقل الضوء، أو تسري الحرارة بها.

توصل فريق من الباحثين في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (MIT الآن، وكذلك في كل من روسيا Russia وسنغافورة Singapore إلى طرق لاستخدام الذكاء الاصطناعي للمساعدة في التنبؤ والتحكم في هذه التغييرات، مما قد يؤدي إلى فتح طرق جديدة للبحث حول المواد المتقدمة للأجهزة المستقبلية عالية التقنية. تظهر النتائج من خلال صحيفة (وقائع الأكاديمية الوطنية للعلوم) الأمريكية، في ورقة من إعداد أستاذ العلوم والهندسة النووية وعلوم وهندسة المواد بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، جو لي Ju Li ، ومينغ داو Ming Dao الباحث الرئيس في البحث العلمي، وزى شي Zhe Shi طالب الدراسات العليا بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في الولايات المتحدة الأمريكية USA ، بالتعاون مع يفغيني تسيمبالوف Evgenii Tsybalov وألكسندر شاباييف Alexander Shapeev من معهد سكولكوفو للعلوم والتكنولوجيا Skolkovo Institute of Science and Technology في روسيا والبروفيسور سوبرا سوريش Subra Suresh عميد الهندسة السابق في معهد ماساتشوستس والرئيس الحالي لجامعة نانينغ التكنولوجية Nanyang Technological University بسنغافورة. أُدرجت بعض درجات الانفعال المرن بالفعل على أساس العمل مسبقاً في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا على بعض رقائق المعالج السيليكون، حتى أن التغيير بنسبة 1% في الهيكل يمكن أن يؤدي في بعض الحالات إلى تحسين سرعة الجهاز بنسبة 50% من خلال السماح للإلكترونات بالتحرك عبر المادة بشكل أسرع. أظهرت الأبحاث الحديثة التي أجراها سوريش، داو، ويانغ لو باحث الدكتوراه السابق في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا وحالياً في جامعة سيتي City University في هونغ كونغ Hong Kong ، أنه حتى الألماس، أقوى المواد وأكثرها صلابة في الطبيعة، يمكن أن يمتد بنسبة 9% بشكل هائل دون أي فشل عندما يكون على شكل إبر بحجم النانو، وأظهر لي ويانغ بالمثل أن الأسلاك النانوية للسيليكون يمكن أن تمتد بشكل مرن بواقع أكثر من 15%. وقد فتحت هذه الاكتشافات سبلاً جديدة لاستكشاف كيف يمكن تصنيع الأجهزة مع تغييرات أكثر دراماتيكية في خصائص المواد.

على عكس الطرق الأخرى لتغيير خصائص المادة، مثل المنشطات أو المنبهات الكيميائية، التي تنتج تغييراً ثابتاً دائماً، يسمح الانفعال الهندسي بتغيير الخصائص (على الطائر). يقول لي: "الانفعال هو شيء يمكنك تشغيله وإيقافه ديناميكياً". لكن إمكانيات المواد المقاومة للهندسة قد أعاققتها مجموعة هائلة من الاحتمالات، يمكن تطبيق الانفعال بأي من الطرق الستة المختلفة (بثلاثة أبعاد مختلفة، كل واحدة منها يمكن أن تنتج الانفعال داخلياً أو خارجياً أو جانبياً)، ومع تدرجات شبه نهائية للدرجة الواحدة، وبالتالي فإن المجموعة الكاملة من الإمكانيات غير عملية لاستكشافها ببساطة عن طريق التجربة والخطأ. يقول لي: "إنه ينمو بسرعة حتى 100 مليون عملية حسابية إذا أردنا رسم مساحة

الفرغ المرنة بالكامل". هذا هو المكان الذي يأتي فيه تطبيق هذا الفريق الجديد لطرق التعلم الآلي من أجل الإنقاذ، حيث يوفر طريقة منهجية لاستكشاف الإمكانيات والقابلية للضغط على الكمية والاتجاه المناسبين للانفعال لتحقيق مجموعة معينة من الخصائص لغرض معين. يقول لي: "الآن لدينا هذه الطريقة عالية الدقة للغاية التي تقلل بشكل كبير من تعقيد الحسابات المطلوبة". يقول سوريث: "هذا العمل هو مثال على الكيفية التي يمكن بها تحقيق التطورات الحديثة في المجالات التي تبدو بعيدة مثل فيزياء المواد، والذكاء الاصطناعي، والحوسبة، والتعلم الآلي من أجل تعزيز المعرفة العلمية التي لها آثار قوية على تطبيقات الصناعة". ويقول الباحثون إن الطريقة الجديدة يمكن أن تفتح الإمكانيات لإنشاء مواد بعينها ذات دقة متناهية للأجهزة الإلكترونية، والبصرية، والضوئية التي يمكنها العثور على استخدامات الاتصالات ومعالجة المعلومات وتطبيقات الطاقة. درس الفريق تأثير الانفعال الهندسي على فجوة الطاقة، والتي تبرز خاصية إلكترونية رئيسية لأشباه الموصلات في كل من السيليكون والألماس، وباستخدام خوارزمية الشبكة العصبية كانوا قادرين على التنبؤ بدقة عالية بكيفية تأثير الكميات والتوجيهات المختلفة للسلسلة على فجوة الطاقة. يقول لي: "يمكن أن يكون (ضبط) فجوة نطاقها أداة رئيسية لتحسين كفاءة الجهاز، مثل خلية السيليكون الشمسية، عن طريق جعلها تتطابق بدقة أكبر مع مصدر الطاقة الذي صُمم لتسخيره، من خلال ضبط فجوة نطاقها، على سبيل المثال، قد يكون من الممكن صنع خلية سيليكون شمسية تكون فعالة في التقاط ضوء الشمس كنظيراتها، ولكنها لا تزيد عن الألف من الكثافة. من الناحية النظرية، فإن المادة يمكن أن تتغير حتى من شبه موصل إلى معدن، وسيكون لها العديد من التطبيقات إذا كان ذلك قابلاً للتنفيذ في منتج ذي إنتاج كبير. في حين أنه من الممكن في بعض الحالات إحداث تغييرات مماثلة بوسائل أخرى، مثل وضع المادة في حقل كهربائي قوي أو تغييرها كيميائياً، فإن هذه التغييرات تميل إلى أن يكون لها العديد من التأثيرات الجانبية على سلوك المادة، في حين أن تغيير الانفعال يكون أقل تأثيراً في هذا الجانب. على سبيل المثال، يوضح لي أن الحقل الكهروستاتيكي غالباً ما يتداخل مع تشغيل الجهاز لأنه يؤثر على طريقة تدفق الكهرباء من خلاله، فتغيير الانفعال لا ينتج مثل تلك التداخلات.

في واقع الأمر يمتلك الألماس إمكانات كبيرة كمادة شبه موصلة، على الرغم من أنها لا تزال في مهدها مقارنة بتقنية السيليكون، يقول لي: "إنها مادة مادية للغاية، مع قدرة عالية على الحركة"، مشيراً إلى الطريقة التي تتحرك بها ناقلات التيار الكهربائي السلبى والإيجابى بحرية عبر الألماس، ولهذا السبب قد يكون الألماس مثالياً لبعض أنواع الأجهزة الإلكترونية عالية التردد والإلكترونيات الطاقة. يقول لي: "إنه من خلال بعض المقاييس، يمكن أن يؤدي الألماس بشكل أفضل 100,000 مرة من السيليكون"، ولكن لها قيود أخرى، بما في ذلك حقيقة أن أحدًا لم يحسب بعد طريقة جيدة وقابلة للتطوير لوضع طبقات الألماس على الركيزة الكبيرة، كما يصعب على المادة (تهدئة) أو إدخال ذرات أخرى في جزء رئيسي من تصنيع أشباه الموصلات. يقول داو: "إنه من خلال تركيب المادة في إطار يمكن تعديله لتغيير مقدار واتجاه الانفعال، يمكننا أن نحصل على قدر كبير من المرونة في تغيير سلوكه الشائع". وفي حين ركزت هذه الدراسة تحديداً على تأثيرات الانفعال على فجوة طاقة المواد، فإن (الطريقة قابلة للتعميم) على جوانب أخرى، والتي لا تؤثر على الخصائص الإلكترونية فحسب، بل أيضاً الخصائص الأخرى مثل السلوك الفوتوني والمغناطيسي، كما يقول لي: "1% من الإجهاد المستخدم الآن في الرقائق التجارية جعل العديد من التطبيقات الجديدة من الممكن الآن والذي أثبت هذا الفريق ظهور ما يقارب من 10% من الانفعال ممكنة دون كسر"، فعندما تصل إلى أكثر من 7% من الانفعال، فأنت بالفعل تغير الكثير في المادة". يقول لي: "يمكن أن تؤدي هذه الطريقة الجديدة إلى تصميم خصائص مادية غير مسبوقة، لكن هناك حاجة إلى المزيد من العمل لمعرفة كيفية فرض الانفعال وكيفية رفع مستوى العملية للقيام بذلك على 100 مليون ترانزستور على رقاقة وضمان عدم فشل أيٍّ منها". يقول إيفان رييد Evan Reed الأستاذ المشارك في علوم وهندسة المواد في جامعة ستانفورد Stanford University ، الذي لم يشارك في هذا البحث: "إن هذا العمل الجديد المبتكر يظهر القدرة على تسريع هندسة الخصائص الإلكترونية الغربية بشكل كبير في المواد العادية عبر انفعالات مرنة كبيرة، إنه يسلط الضوء على الفرص والقيود التي تظهرها الطبيعة

لمثل هذا الانفعال الهندسي، وسيكون موضع اهتمام مجموعة واسعة من الباحثين الذين يعملون على تقنيات مهمة".