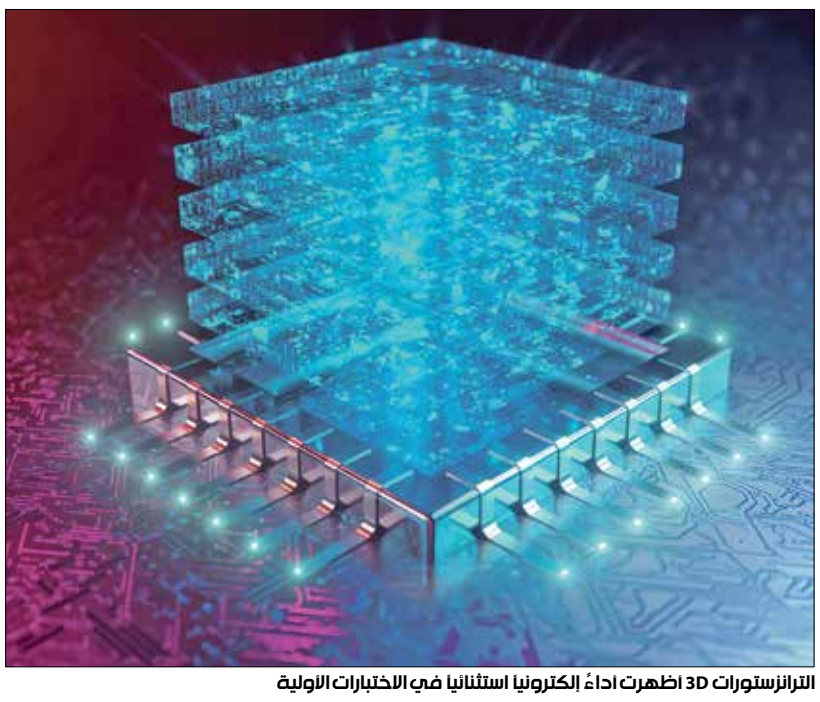
ترانزستورات ثلاثية الأبعاد عالية الأداء

تطوير ترانزستورات ثلاثية الأبعاد قابلة لتكديس بعضها فوق بعض يفتح آفاقاً جديدة في عالم الإلكترونيات

أحمد ماء العينين

لطالما كان قانون مور، الذي يتنبأ بمضاعفة عدد الترانزستورات على الرقائق الإلكترونية كل عامين، بمثابة القوة الدافعة وراء التطور الهائل في صناعة الإلكترونيات. ومع ذلك، بدأت هذه القاعدة الذهبية بالتباطؤ، حيث تواجه الشركات صعوبات متزايدة في تصغير حجم الترانزستورات وزيادة كثافتها على الرقائق، مما يفرض تحديات كبيرة على استمرار هذا التقدم التكنولوجي. أمام هذا الواقع، أصبح من الضروري البحث عن تقنيات بديلة تتجاوز حدود قانون مور، وتفتح آفاقاً جديدة لتطوير الإلكترونيات.
في إنجاز علمي جديد، نجح فريق من الباحثين في جامعة الملك عبد الله للعلوم والتكنولوجيا (KAUST) في تطوير ترانزستورات ثلاثية الأبعاد مبتكرة، قابلة لتكديس بعضها فوق بعض رأسياً. وهذه الترانزستورات، التي نشرت تفاصيلها في مجلة (Nature Electronics) المرموقة، تبشر بثورة في عالم الإلكترونيات، حيث ستعزز أداء الأجهزة الإلكترونية تعزيزاً كبيراً.
تتميز الترانزستورات الجديدة بتصميم فريد يتضمن تكديس عشر طبقات من ترانزستورات الأكسيد المعدني الرقيقة المصنوعة من أكسيد الإنديوم، عمودياً على ركائز السيليكون، ويسهم هذا التصميم في زيادة كثافة الترانزستورات إلى أقصى حد، مما يؤدي إلى تعزيز قوة المعالجة وكفاءة الأجهزة الإلكترونية. وتعتمد عملية تصنيع هذه الترانزستورات على تقنية متطورة للطباعة الحجرية، تتضمن 72 خطوة دقيقة لضمان سلامة كل طبقة وأدائها. وأظهرت الترانزستورات الجديدة أداءً إلكترونياً استثنائياً في الاختبارات الأولية، متفوقة على العديد من الترانزستورات الرقيقة الحالية. ويتوقع أن تسهم هذه الترانزستورات في تطوير الجيل القادم من الهواتف الذكية والأجهزة اللوحية والأجهزة القابلة للارتداء، بالإضافة إلى تطبيقات إنترنت الأشياء، والذكاء الاصطناعي، والتعلم الآلي، والإلكترونيات الاستهلاكية، وإلكترونيات السيارات، والأجهزة الطبية المتقدمة. في هذا الصدد، يقول شياوهانج لي، أحد الباحثين المشاركين في الدراسة: «أدى التباطؤ في قانون مور، الذي يتنبأ بمضاعفة عدد الترانزستورات على الرقائق الإلكترونية كل عامين، إلى زيادة الحاجة إلى تطوير تقنيات جديدة تتجاوز حدود الترانزستورات التقليدية ثنائية الأبعاد. وقد شكل هذا التحدي دافعاً قوياً لنا إلى استكشاف إمكانية تكديس الترانزستورات عمودياً». ويتطلع فريق البحث إلى تصغير حجم الترانزستورات إلى النطاق النانوي وزيادة كثافتها. كما يسعون إلى استكشاف تقنيات جديدة لخفض استهلاك الطاقة.


الترانزستورات 3D أظهرت أداءً إلكترونياً استثنائياً في الاختبارات الأولية

صناعات مستقبلية

تقنية مبتكرة لإعادة تدوير بطاريات الليثيوم

في خطوة علمية واعدة، طور فريق من الباحثين في جامعة رايس الأميركية تقنية مبتكرة تعتمد على أشعة الميكروويف ومذيب قابل للتحلل البيولوجي، لاستعادة الليثيوم من بطاريات الليثيوم أيون المستهلكة بشكل سريع وفعال وصديق للبيئة. وتمكن الباحثون من استعادة ما يصل إلى 50% من الليثيوم الموجود في كاثودات البطاريات المستهلكة في غضون 30 ثانية فقط، متغلبين بذلك على إحدى أهم العقبات في تكنولوجيا إعادة تدوير بطاريات الليثيوم أيون. وقال سوهيني بهاتاشاريا، وهو أحد الباحثين الرئيسيين في الدراسة: «شهدنا نمواً هائلاً في استخدام بطاريات الليثيوم أيون في السنوات الأخيرة، وهو ما يثير قلقاً بشأن توافر المعادن الهامة مثل الليثيوم والكوبالت والنيكل المستخدمة في الكاثودات. لذلك، من المهم جداً إعادة تدوير بطاريات الليثيوم أيون المستهلكة لاستعادة هذه المعادن». وتتفوق هذه التقنية الجديدة على الطرق التقليدية لإعادة التدوير، التي غالباً ما تستخدم أحماضاً قاسية وتستهلك الكثير من الطاقة، وتؤدي إلى فقدان كميات كبيرة من الليثيوم أثناء العملية، كما أنها تتفوق على المذيبات البديلة الصديقة للبيئة مثل المذيبات العميقة (DES)، التي كانت تعاني من مشاكل في الكفاءة والجدوى الاقتصادية. وتعتمد التقنية الجديدة على تسخين مواد نفايات البطاريات المغمورة في مذيب خاص باستخدام أشعة الميكروويف، ما يسمح باستخلاص الليثيوم بشكل انتقائي عن المعادن الأخرى. وتتميز هذه الطريقة بسرعتها وكفاءتها العالية، حيث يمكنها تحقيق نتائج مماثلة للطرق التقليدية في وقت أقصر بمئة مرة تقريباً.
وبالإضافة إلى سرعتها وكفاءتها، تتميز هذه التقنية الجديدة بتأثيرها البيئي الإيجابي، حيث تستخدم مذيباً قابلاً للتحلل البيولوجي، وتقلل استخدام المواد الكيميائية الضارة والطاقة. ويأمل الباحثون بأن تساهم هذه التقنية المبتكرة في تحسين عملية إعادة تدوير بطاريات الليثيوم أيون بشكل كبير، ما يوفر حلاً مستداماً لمشكلة عالمية متنامية، ويقلل الاعتماد على استخراج الليثيوم الجديد، ويخفف الضغط على البيئة.

عالم الابتكار

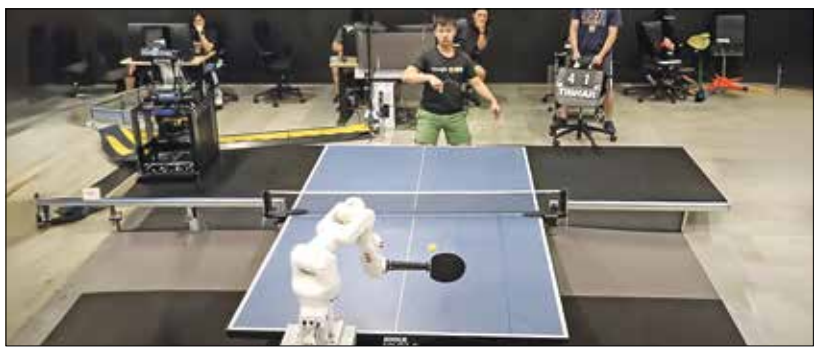
قطار فائق السرعة يحطم الأرقام القياسية

في فبراير/شباط 2024، نجحت الشركة الصينية للعلوم والصناعات الفضائية (CASIC) في اختبار نموذج جديد من القطار المغناطيسي المعلق، المسمى «T-Flight». ووفقاً لتقارير إعلامية حديثة، تجاوز هذا القطار سرعة 623 كم/ساعة، محطماً الرقم القياسي السابق. ويعتمد هذا القطار على تقنية الرفع المغناطيسي (maglev)، حيث يُعلق القطار بصورة مستقرة فوق المسار، مما يقلل الاحتكاك كثيراً. ويتحرك القطار داخل أنبوب مفرغ من الهواء جزئياً، مما يسمح له بالوصول إلى سرعات هائلة. وأجري الاختبار على مسار تجريبي بطول 2 كم في مدينة داتونغ شمال الصين. وتهدف CASIC إلى جعل هذا الخط التجريبي جاهزاً للتشغيل بحلول عام 2035، مع هدف طموح للوصول إلى سرعة 1000 كم/ساعة.
ويؤكد هذا المشروع ريادة الصين في مجال تطوير القطارات فائقة السرعة، منافسة بذلك دولاً مثل ألمانيا وفرنسا واليابان وكوريا الجنوبية. ورغم التحديات التقنية الكبيرة، يبشر هذا الابتكار بثورة في عالم النقل، حيث سيمكّن من قطع مسافات طويلة في وقت قياسي، مما قد يغير مفهوم السفر والتنقل في المستقبل القريب. هذا المشروع الطموح يأتي في إطار خطة الصين الاستراتيجية لتعزيز بنيتها التحتية وتحقيق التفوق التكنولوجي عالمياً.

تقدم تكنولوجي

روبوت غوغل يتحدى البشر في تنس الطاولة

حققت شركة غوغل، من خلال فريقها المتخصص «ديب مايند»، إنجازاً بارزاً في مجال الروبوتات والذكاء الاصطناعي، إذ طوروا ذراعاً آلية تتفوق على الهواة في لعبة تنس الطاولة، مظهرة قدرات استثنائية في إعادة الكرات بدقة، ووضع استراتيجيات لعب متقدمة، والتكيف مع أساليب اللعب المتنوعة. واعتمد تطوير هذا الروبوت على تقنيات متطورة في التعلم الآلي، حيث تمت تغذية الذكاء الاصطناعي بكميات هائلة من البيانات وتدريبه عبر محاكاة افتراضية دقيقة. ثم صقل الروبوت ومهاراته من خلال مواجهات حقيقية مع لاعبين بشريين، مما عزز قدرته على التكيف مع ظروف اللعب الواقعية. وفي اختبار عملي لقدراته، شارك الروبوت في بطولة تجريبية حقق فيها نتائج لافتة، فائزاً بـ 45% من المباريات ضد لاعبين هواة. ورغم أنه لم يتمكن بعد من التفوق على اللاعبين المحترفين، إلا أن أداءه يعد خطوة مهمة في تطور الروبوتات.



جديد

روبوت مائي يعمل بالبكتيريا لمراقبة المحيطات

تمكن باحثون في جامعة بينغهامتون بنيويورك من تطوير روبوت مائي مبتكر يعمل بالطاقة البكتيرية، وهو ما يفتح آفاقاً جديدة لمراقبة البيئات البحرية. ويستخدم الروبوت خلايا الوقود الحيوية (MFC)، التي تعتمد على البكتيريا لتحويل الطاقة الكيميائية إلى كهربائية، وتنتج طاقة كافية لتشغيل حركة الروبوت وأجهزة الاستشعار المدمجة فيه. وعلى مدى عقد من الزمن، عمل البروفيسور سوكهيون شون وفريقه في جامعة بينغهامتون على تطوير بطاريات حيوية تعمل بالبكتيريا، تتميز بعمر افتراضي يصل إلى 100 عام. وقد أثبتت هذه التقنية فعاليتها وموثوقيتها في الظروف القاسية مقارنةً بمصادر الطاقة الأخرى مثل الطاقة الشمسية والحركية والحرارية. وفي هذا الصدد، يقول البروفيسور سوكهيون شون، مدير مركز أبحاث الاستشعار

المتقدم وتقنيات الاستدامة البيئية (CREATES): «عندما تكون البيئة مواتية للبكتيريا، فإنها تصبح خلايا نباتية وتولد الطاقة، ولكن عندما تكون الظروف غير مواتية - على سبيل المثال، يكون الجو بارداً جداً أو لا تتوفر العناصر الغذائية - فإنها تعود إلى الأبواغ. بهذه الطريقة، يمكننا تمديد العمر التشغيلي». وأوضح شون أنهم استخدموا خلايا بكتيرية شائعة في هذا البحث، لكنهم يخططون لدراسة أنواع البكتيريا الموجودة في مناطق مختلفة من المحيط لتحديد الأنواع الأنسب لإنتاج الطاقة في الظروف القاسية. وأضاف أنهم يستكشفون استخدام تقنيات التعلم الآلي لتحديد أفضل تركيبة من أنواع البكتيريا لتحسين كثافة الطاقة والاستدامة.

أداة «ديفيد» تتصدى للخداع البصري والتزييف العميق

شهد العالم تطوراً مثيراً للقلق في تقنية «التزييف العميق»، التي تتيح فبركة مقاطع فيديو واقعية يصعب تمييزها عن الحقيقية. هذا التطور دفع عمالقة التكنولوجيا لتطوير أدوات متطورة لكشف الزيف، إدراكاً منهم لخطورة استخدام هذه التقنية في التلاعب بالرأي العام ونشر المعلومات المضللة. في هذا السياق، طور باحثون في جامعة كولومبيا أداة «ديفيد» (DIVID) لكشف الفيديوهات المزيفة المنشأة بالذكاء الاصطناعي. وتستهدف الأداة الجيل

الأخير من تقنيات توليد الفيديو المعتمدة على «نماذج الانتشار»، حيث تحلل الفيديو وتعيد بناءه، ثم تقارن النسختين لتحديد احتمال التزييف. أظهرت الاختبارات الأولية قدرة «ديفيد» على كشف الفيديوهات المزيفة بدقة تصل إلى 93,7%، حتى تلك المنشأة بأحدث أدوات الذكاء الاصطناعي. يخطط الباحثون لتطوير الأداة لتصبح متاحة للجميع كمكون إضافي للمتصفحات أو كأداة مدمجة في تطبيقات مثل «زوم». بالتوازي، كشفت مايكروسوفت عن أداة (Microsoft Video Authenticator) المدمجة في خدمة Azure السحابية، لتحليل الصور والفيديوهات وكشف التلاعب الخفي.

تقنية للتجسس على الكمبيوتر بلا إنترنت

هشام حدانة

اكتشف باحثون من جامعة الجمهورية في أوروغواي مؤخراً تقنية جديدة للتجسس على أجهزة الكمبيوتر، حتى لو كانت غير متصلة بأي شبكة. وتُسمى هذه التقنية (Deep-Tempest)، وتعتمد على تحليل الموجات الكهرومغناطيسية الصادرة عن كابل HDMI للشاشة دون الحاجة إلى اتصال مادي. وعلى عكس بعض تقنيات (air-gap) المعروفة سابقاً، مثل استخدام المروحة أو ذاكرة الوصول العشوائي أو الموجات فوق الصوتية أو الصمامات الثنائية، والتي تتطلب تثبيت برامج ضارة، فإن Deep-Tempest لا تحتاج إلى أي وصول مسبق، ذلك أن المعدات الوحيدة المطلوبة هي جهاز كمبيوتر وراديو برمجي. الحصول على صورة من شاشة عن طريق التقاط الانبعاثات الكهرومغناطيسية من الكابل ليست تقنية جديدة، وتعمل حتى مع الاتصالات التناظرية مثل VGA. وبما أن جودة الصورة ليست جيدة، والانتقال إلى الرقمية يضيف مستوى جديدا من التعقيد، لجأ الباحثون إلى استخدام الذكاء الاصطناعي، فقاموا بتدريب شبكة عصبية على كمية كبيرة من البيانات، الحقيقية والمحاكاة، لتعليم الذكاء الاصطناعي كيفية ترجمة الإشارات الملتقطة إلى صور واضحة. وجاءت النتيجة أنه على شاشة نصية، كانت 30% فقط من الأحرف خاطئة، وهو ما يمثل تحسناً بنسبة 60% مقارنة بالإصدارات السابقة، وهو ما يقدم نصاً مفهوماً للإنسان. ويكفي إخفاء جهاز صغير بالقرب من الكمبيوتر، أو حتى استخدام هوائي خارج الغرفة، للتجسس على البيانات الحساسة، مثل الرسائل المشفرة. ومن الممكن الحماية من هذه التقنية بإضافة ضوضاء على الصورة أو تدرج لوني.