نوبل تكرم روّاد الشبكات العصبية الاصطناعية

فاز العالمان جون هوبفيلد وجيفري هينتون بجائزة نوبل في الفيزياء لعام 2024 لعملهما الرائد في مجال الشبكات العصبية الاصطناعية

هشام حدانة

في السنوات الأخيرة، أصبح الذكاء الاصطناعي جزءاً لا يتجزأ من الحياة اليومية لفئة كبيرة من الناس. فأصبح قادراً على إنتاج الصور والفيديوهات والأصوات، والترجمة، والتحاور مع الأشخاص، واقتراح وجهات السفر أو المنتجات المختلفة. وغالباً ما تكون النتائج مذهلة، إذ يصعب تمييز ما إذا كان العمل من إنتاج إنسان أم آلة. وتعتمد معظم تطبيقات الذكاء الاصطناعي الحديثة على ما يسمى بـ «الشبكات العصبية الاصطناعية». ويبدو أن لجنة جائزة نوبل للفيزياء هذا العام أرادت الاعتراف بأهمية هذه التقنية في الحياة اليومية من خلال منح الجائزة للعالمين جون هوبفيلد وجيفري هينتون.

واستوحى هذان العالمان أفكارهما من مبادئ الفيزياء لتطوير تقنيات الذكاء الاصطناعي القائمة على الشبكات العصبية. هوبفيلد (91 عاماً) أستاذ في جامعة برينستون الأميركية، بينما يُدرّس جيفري هينتون (76 عاماً) في جامعة تورونتو بكندا. وقد عملا في مجال التعلم الآلي منذ ثمانينيات القرن الماضي. بدأت قصة الشبكات العصبية الاصطناعية في أربعينيات القرن العشرين، وهي مستوحاة من أبحاث علم الأعصاب. في عام 1943، اقترح العلماء أن عمل الخلايا العصبية الطبيعية يشبه البوابات المنطقية في الرياضيات، والتي أصبحت أساس أجهزة الكمبيوتر في ما بعد. وفي عام 1949، اقترح دونالد هيب آلية لشرح قدرة الدماغ على التعلم والتذكر.

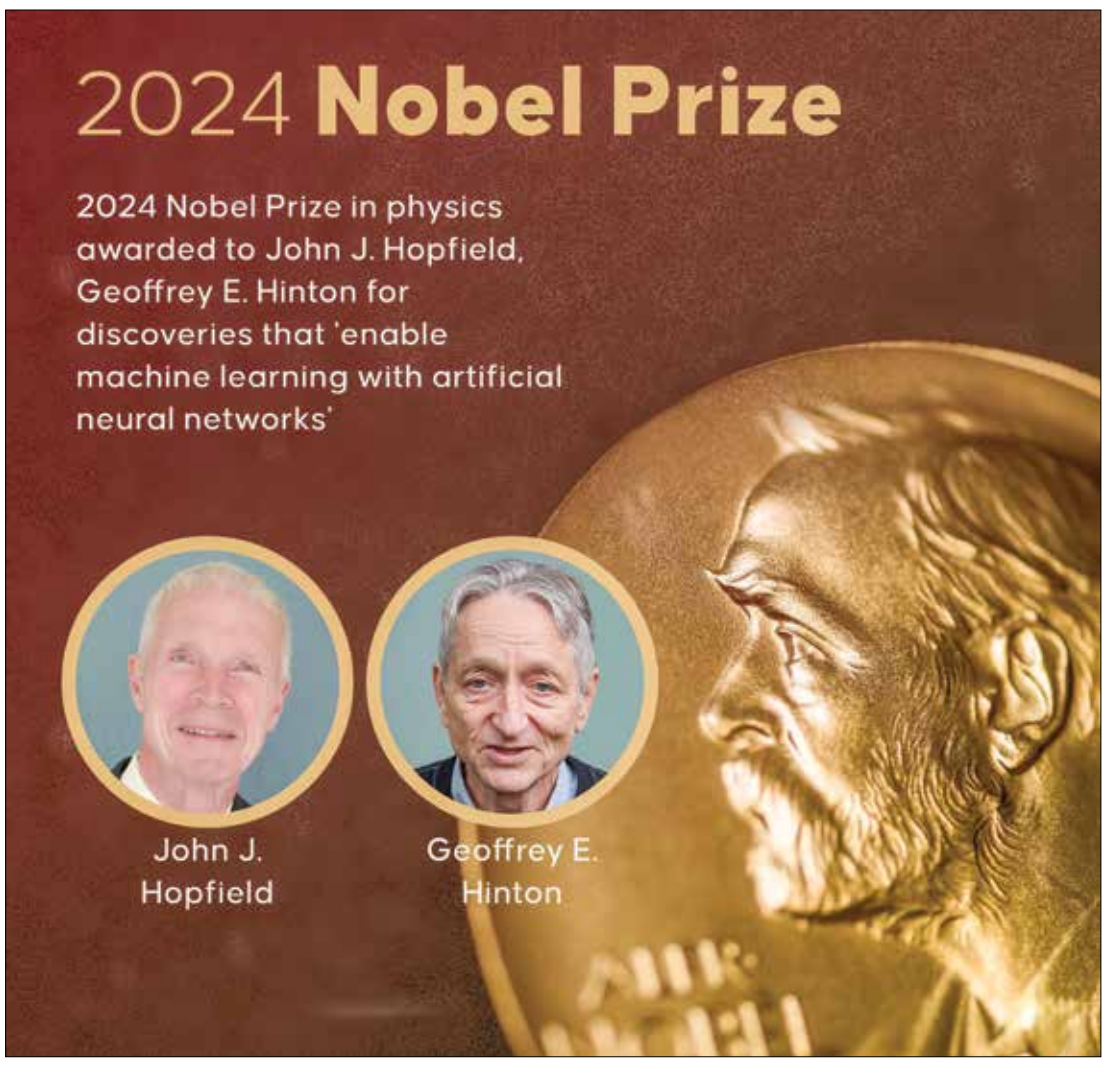
وفي الثمانينيات، ساهم هوبفيلد وهينتون بشكل كبير في إحياء مجال الشبكات العصبية والتعلم الآلي. ففي عام 1982، طور هوبفيلد نظاماً قادراً على حفظ الأنماط واسترجاعها حتى من خلال نسخ مشوهة جزئياً أو غير مكتملة. وقد فتح هذا الاكتشاف الباب أمام تطورات جديدة في مجال الذكاء الاصطناعي، مما أدى إلى التطبيقات المتقدمة التي نراها اليوم في الحياة اليومية. واستلهم هوبفيلد أفكاره من الأنظمة الفيزيائية التي تكشف عن ظواهر ناشئة. وتساءل عما إذا كان من الممكن تحقيق شيء مماثل باستخدام شبكة عصبية. فاستوحى فكرته من نظام الذرات ذات الدوران (كما لو كانت كل ذرة قطعة مغناطيسية صغيرة) والتي تستقر على أساسها بطريقة تقلل طاقتها الإجمالية. تخيل هوبفيلد شبكة عصبية تأخذ العصبونات فيها قيم 0 أو 1، مثل البكسلات السوداء أو البيضاء في صورة أسود وأبيض. وعندما تُدخَل صورة جديدة في النظام، تتيح معادلة خاصة حساب كيفية ضبط قيمة البكسلات واحدة تلو الأخرى لتقليل مجموع الطاقة. وبهذه الطريقة، حتى إذا كانت الصورة الأولية مشوهة أو غير مكتملة، يمكن استرجاع النمط المخزن في الذاكرة. لكن هذه الشبكة لم تكن فعالة للغاية، إذ يتضاعف عدد العصبونات اللازمة بسرعة كبيرة مع زيادة عدد الأنماط. في ذلك الوقت، كانت القدرات الحاسوبية محدودة مقارنة بما هو متوفر الآن. واستخدم هوبفيلد شبكة من 30 عصبوناً مترابطة بالكامل (435 اتصالاً)، ما يمثل نحو 500 معلَمة (وحدة قياس معتمدة) من الشبكة العصبية، وكان حينها من المستحيل الوصول إلى 100 عصبون. ورغم ذلك، أعاد هذا الإنجاز إحياء البحث في مجال الشبكات العصبية الاصطناعية.

وكان جيفري هينتون آنذاك في جامعة كارنيغي ميلون في بيتسبرغ، وتساءل عما إذا كانت الآلات قادرة على التعلم مثل البشر، وتفسير البيانات وتصنيفها حسب الفئات. وانطلق الباحث من شبكة هوبفيلد وطور جيلاً جديداً من الهياكل. ففي عام 1985، استخدم بعضاً من معادلات الفيزياء الإحصائية لتطوير «آلة بولتزمان».

وتهتم الفيزياء الإحصائية بالأنظمة المكونة من عدد كبير من العناصر المتطابقة التي يستحيل تتبع جميع حالاتها الفردية، لكن يمكن تحديد خصائصها العامة. فعلى سبيل المثال، عند النظر إلى حالة غاز مكون من ملايين الذرات، حتى لو كانت جميع مواقع وسرعات كل ذرة غير قابلة لتحديدها على حدة، فإن سلوكها الجماعي يحدد درجة حرارة وضغط هذا الغاز. وتستخدم «آلة بولتزمان» التي طورها جيفري هينتون مجموعتين من العصبونات: الأولى تسمى «العصبونات المرئية» وتستقبل المعلومات، والثانية تسمى «الطبقة المخفية». وفي عام 1986، أظهر هينتون مع زملائه أن تقنية «الانتشار الخلفي» وهي طريقة تستخدم التدرج لضبط معلَمات الشبكة العصبية أثناء التعلم، تمكّن وتسمح للشبكة من إجراء التصنيف، مثل تحديد ما إذا كانت الصورة تمثل صورة قطة أم لا. وبذلك، ساهم هينتون في إبراز دور وأهمية طبقات العصبونات المخفية. في البداية كانت آلات بولتزمان بطيئة، لكن الابتكار المتمثل في عدم ربط العصبونات في نفس الطبقة بعضها ببعض (آلات بولتزمان المقيدة) ساهم في تفعيل أدائها. وكان جون هوبفيلد وجيفري هينتون من الرواد في إحياء بحوث الشبكات العصبية الاصطناعية. كما وضعا الأساس الذي واصل عليه جيل جديد من الباحثين، مثل يان لوكون ويوشوا بينجيو (الذين فازوا مع هينتون بجائزة تورينغ عام 2018)، مع ابتكار هياكل أكثر كفاءة وتعدد الاستخدامات. واليوم، تستخدم نماذج اللغة الضخمة التي تعد أساس ChatGPT و Bard وغيرها بأكثر من 1000 مليار معلَمة.

بالإضافة إلى الذكاء الاصطناعي التوليدي الذي جعل الذكاء الاصطناعي شائعاً بين عامة الناس، أصبحت الشبكات العصبية الاصطناعية أداة لا غنى عنها للعديد من الباحثين منذ أكثر من عشر سنوات. ومثال على ذلك، في فيزياء الجسيمات، ساعدت هذه الأدوات في العثور على جسيمات نادرة جداً، مثل بوزون هيغز، وسط مليارات من تصادمات البروتونات عالية الطاقة في مصادم سيرن «المنظمة الأوروبية للأبحاث النووية». أما في الطب، تُستخدم هذه الطريقة لتحليل الصور للكشف عن الأمراض المختلفة أو الأورام. ومؤخراً، تم استخدام هذه الخوارزميات في البحوث لدراسة وتوقع بنية البروتينات أو تحسين كفاءة الألواح الشمسية.

ويعمل العديد من الباحثين الآن على تطوير مجالات تطبيق التعلم الآلي. إذ لا يزال من غير الواضح أيها سيكون الأكثر قابلية للتطبيق، بينما هناك أيضاً نقاش واسع النطاق حول القضايا الأخلاقية التي تحيط بتطوير واستخدام هذه التكنولوجيا.



الشبكات العصبية الاصطناعية مستوحاة من أبحاث علم الأعصاب (Getty)

> استوحى العالمان أفكارهما من الفيزياء لتطوير الذكاء القائم على الشبكات العصبية

جديد

نموذج «ميتا» للذكاء التوليدي لإنشاء مقاطع فيديو من النصوص والصور

انضمت شركة ميتا إلى سباق تطوير أدوات الذكاء الاصطناعي التوليدية، معلنة عن نموذجها الجديد Movie Gen لإنشاء الفيديو وتحريره.

وتعتمد هذه الأداة على تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحويل النصوص إلى مقاطع فيديو عالية الدقة مزودة بالصوت، بالإضافة إلى إمكانية تحرير الفيديوهات الحالية وإضافة مؤثرات خاصة.

ووصفت ميتا نموذجها الجديد بأنه «اختراق» في مجال استخدام محركات الذكاء الاصطناعي لإنتاج الفيديو والصوت. وأكدت الشركة أنها ستحصل على تعليقات من صانعي الأفلام والمبدعين أثناء سعيها نحو إتاحة محرك الذكاء الاصطناعي هذا للجمهور، لكنّها لم تكشف عن أي خطط قريبة للإصدار.

ويتيح النموذج للمستخدمين استخدام أوامر نصية لإنشاء مقاطع فيديو مخصصة، بما في ذلك مقاطع تعتمد على صور الأشخاص، تصل مدتها إلى 16 ثانية. وقالت «ميتا»: «يُحقق نموذجنا نتائج متطورة عندما يتعلق الأمر بإنشاء مقاطع فيديو مخصصة تحافظ على هوية الشخص وحركته». وأثار صعود أدوات الذكاء الاصطناعي لإنشاء مقاطع فيديو واقعية مخاوف بشأن «التزييف العميق» الذي قد يُستخدم لانتحال شخصية الأشخاص المعروفين. مع ذلك، أكدت «ميتا» أنّ الذكاء الاصطناعي التوليدي لا يُعدّ بديلاً عن عمل الفنانين وصانعي الرسوم المتحركة، بل هو أداة لمساعدة الناس على التعبير عن أنفسهم بطرق جديدة. ويأتي إعلان «ميتا» عن Movie Gen بعد أشهر قليلة من كشف OpenAI عن نموذج Sora، مما يشير إلى تنافس متزايد بين الشركات الكبرى في مجال الذكاء الاصطناعي التوليدي.

نباتات اصطناعية لتنقية هواء المنازل وتوليد الطاقة

مع تزايد القلق حول جودة الهواء الداخلي، خصوصاً بعد جائحة كوفيد- 19، يعمل الباحثون بجد لتطوير حلول فعالة ومستدامة لتنقية الهواء في المنازل وأماكن العمل. وفي هذا السياق، نجح البروفيسور سيوكهيون تشوي وطالبة الدكتوراه مريم رضائي من جامعة بينغهامتون الأميركية في تطوير فكرة ثورية تعتمد على «النباتات الاصطناعية» لتنقية الهواء الداخلي وإنتاج الأكسجين، بل حتى توليد الطاقة. وتستخدم هذه النباتات الاصطناعية خلايا شمسية بيولوجية وبكتيريا التمثيل الضوئي لالتقاط ثاني أكسيد الكربون وإطلاق الأكسجين في الهواء. فضلاً عن ذلك، تُولّد هذه النباتات كمية صغيرة من الطاقة الكهربائية بوصفها منتجا ثانويا.

وتتمتع النباتات المعدلة وراثياً بفوائد متعددة، فهي تساهم في تنقية الهواء الداخلي عن طريق إزالة ثاني أكسيد الكربون وإنتاج الأكسجين، مما يُحسّن من جودة الهواء الذي نتنفسه. كما تُولّد هذه النباتات كمية صغيرة من الطاقة، يمكن استخدامها لتشغيل الأجهزة الإلكترونية الصغيرة، مما يجعلها مصدراً بديلاً للطاقة، وإن كان محدوداً جداً. وتُعدّ هذه النباتات حلاً مستداماً وصديقاً للبيئة، إذ تُساهم في تحسين جودة الحياة مع الحفاظ على الموارد الطبيعية.

ولا تزال الأبحاث والتطويرات جارية لتعزيز هذه الفوائد وتوسيع نطاق تطبيقاتها في المستقبل. ويعمل الباحثون على تطوير هذه التكنولوجيا لتحقيق مُخرجات طاقة أعلى ودمج أنظمة لتخزين الطاقة، مثل بطاريات الليثيوم أيون أو المكثفات الفائقة، كما يسعون إلى استخدام أنواع مُتعدّدة من البكتيريا لضمان استدامة النباتات على المدى الطويل وتقليل الحاجة إلى الصيانة.

نوبل للطب تكرّم مكتشفي «الحمض النووي الريبي الدقيق»

أحمد ماء العينين

مُنحت جائزة نوبل في الطب لعام 2024 للعالمين فيكتور أمبروس وغاري روفكون لاكتشافهما الحمض النووي الريبي الدقيق (microRNA) أو الميكروي، ودوره الحاسم في تنظيم الجينات بعد عملية النسخ. وبدأت قصة هذا الاكتشاف المهم مع نتائج بحوثهم حول دودة صغيرة جداً اسمها «الربداء الرشيقة» (C. elegans). هذه الدودة التي لا يتجاوز طولها ملليمتر واحداً كانت بطلة جائزة نوبل مرتين! ففي عام 2002، ساعدت في فهم كيفية تطور الأعضاء وموت الخلايا المبرمج. واليوم، في 2024، تعود لتساعد في فهم دور الحمض النووي الريبي الدقيق في تنظيم عمل الجينات.

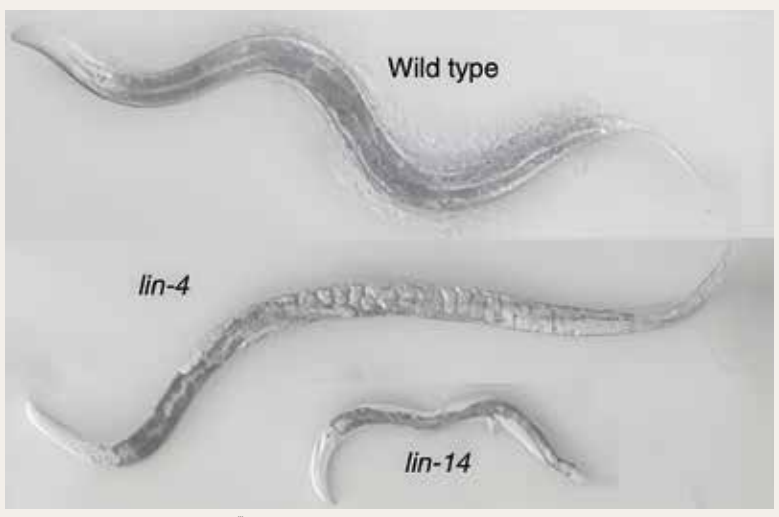
وبدأ العالمان أمبروس وروفكون دراستهما على هذه الدودة في الثمانينيات. في ذلك الوقت، كان العلماء يعرفون الخطوط العريضة لكيفية إنتاج البروتينات في الخلايا، لكنهم لم يفهموا لماذا تنتج الخلايا المختلفة (مثل الخلايا العصبية وخلايا الدم الحمراء) بروتينات مختلفة رغم أنها تحتوي على الحمض النووي (DNA) نفسه. وخلال دراستهما، لاحظ العالمان أن بعض الطفرات في جينات الدودة تسبب اضطرابات في نموها. وعند التحقيق أكثر، اكتشفا أن هذه الطفرات تنتج جزيئات RNA صغيرة جداً لا تنتج بروتينات، بل تتحكم في عمل جينات أخرى. وجاء هذا الاكتشاف مفاجئاً للغاية، إذ كان يُعتقد سابقاً أن جميع جزيئات RNA تنتج بروتينات.

في البداية، كان العلماء مترددين في تصديق هذا الاكتشاف. لكن بعد فترة قصيرة، وجد روفكون نوعاً آخر من هذه الجزيئات الصغيرة في الدودة، وتبين أنه موجود أيضاً في معظم الكائنات الحية، بما فيها البشر. ويعني هذا الاكتشاف أنه جرى الحفاظ على هذه الجزيئات عبر ملايين السنين من التطور، ما يدل على أهميتها الكبيرة. ومنذ ذلك الحين، اكتشف العلماء أكثر من 1000 نوع من هذه الجزيئات الصغيرة في جسم الإنسان. وكل واحد منها يتحكم في عمل العديد من الجينات، وهي ضرورية للتحكم الدقيق في نشاط الجينات في الجسم. وقد غير هذا الاكتشاف فهم كيفية عمل الجينات بشكل جذري.

> اكتشف العلماء أكثر من 1000 نوع من الحمض النووي الريبي الدقيق

ولا تقتصر أهمية هذا الاكتشاف على فهم آليات عمل الخلايا فحسب، بل تمتد إلى فهم أسباب بعض الأمراض. فعندما يحدث خلل في عمل هذه الجزيئات الصغيرة، قد تنشأ مشاكل صحية خطيرة مثل السرطان. كذلك قد تسبب التغييرات في الجينات المسؤولة عن إنتاج هذه الجزيئات مشاكل خلقية تؤثر في السمع أو البصر أو العظام.

وفتح هذا الاكتشاف مجالاً جديداً للبحث العلمي، وقد يؤدي في المستقبل إلى تطوير علاجات جديدة للعديد من الأمراض. كذلك فإنه يسلط الضوء على أهمية البحث الأساسي في الكائنات البسيطة، حيث يمكن لدراسة دودة صغيرة أن تقود إلى فهم أعمق لصحة الإنسان وأمراضه. ويبرز هذا الاكتشاف أهمية البحث العلمي الأساسي والفضول العلمي. فمن كان يتخيل أن دراسة دودة صغيرة جداً ستفتح المجال لاكتشافات علمية مهمة كهذه؟ هذا الاكتشاف مثال رائع على أنّ البحث العلمي في أبسط الكائنات قد يقود إلى ثورة في فهم حياة الإنسان وصحته.



طفرات في جينات دودة «الربداء الرشيقة» تسبب اضطرابات في نموّها