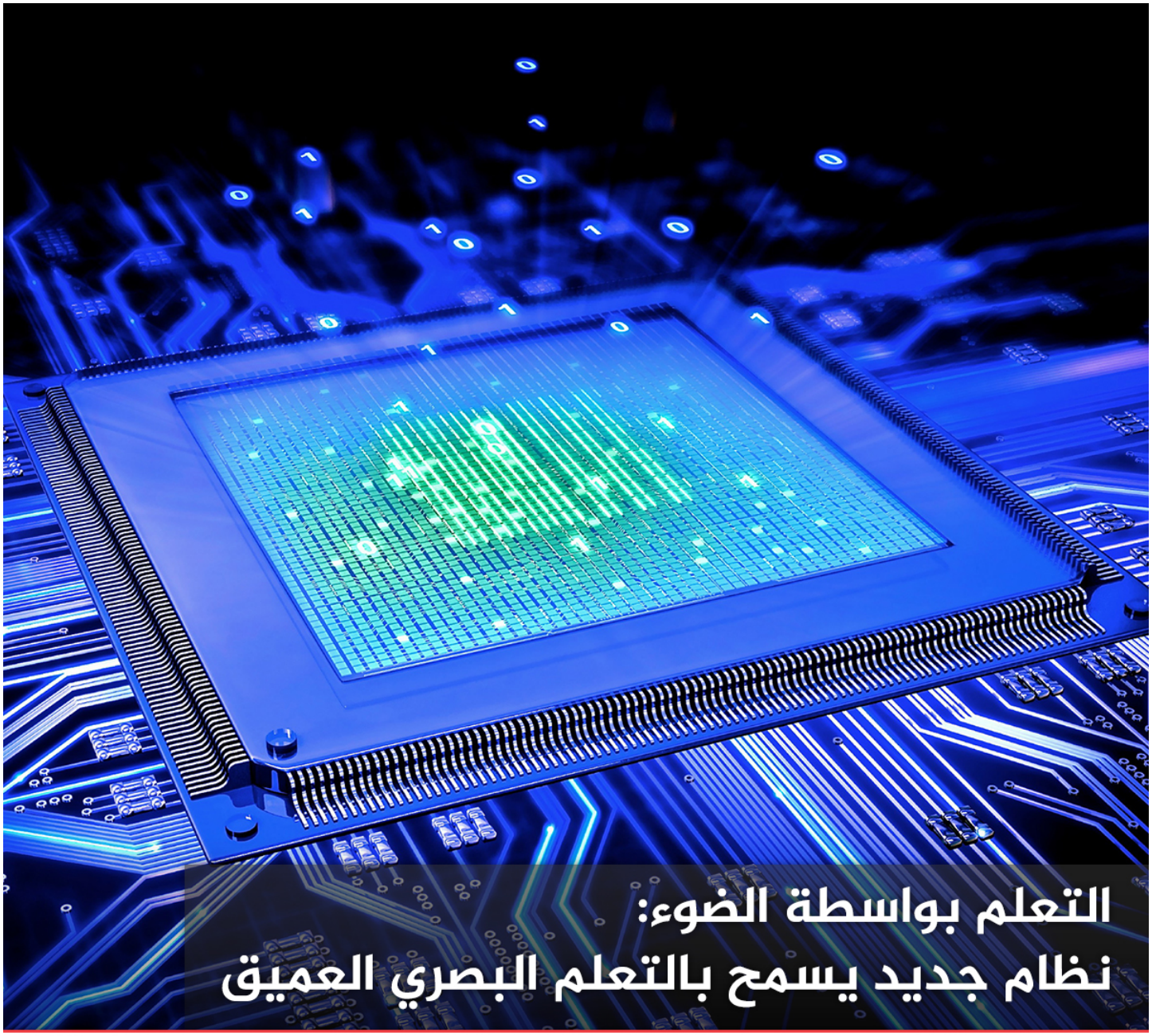
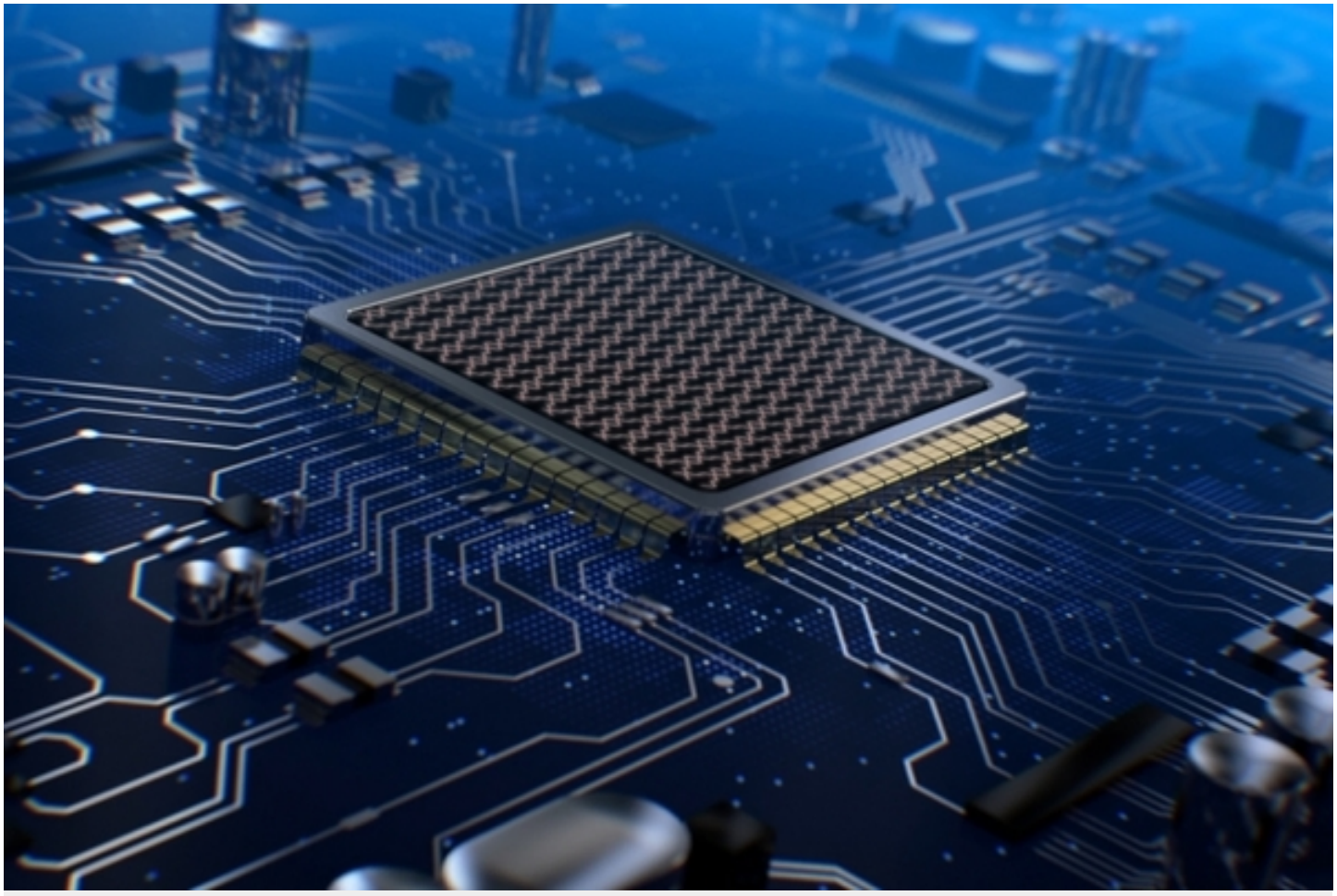
التعلم بواسطة الضوء: نظام جديد يسمح بالتعلم البصري العميق



أصبحت أنظمة التعلم العميق الحاسوبية Deep Learning computer systems المُعتَمِدة على الشبكات العصبية الصناعية artificial neural networks التي تُحاكي الطريقة التي يتبعها الدماغ في التعلم من خلال الأمثلة المتكررة موضوعاً هاماً في علم الحاسوب، ويمكن لهذه الأنظمة البحث في كم هائل من البيانات الطبية لإيجاد النماذج التي قد تكون مفيدة في التشخيص، أو في البحث عن صيغ كيميائية لإيجاد أدوية جديدة ممكنة، بالإضافة إلى تمكينها لتقنيات أخرى مثل برمجيات التعرُّف على الأصوات والأوجه. إلا أن العمليات الحسابية التي ينبغي أن تقوم بها هذه الأنظمة معقدة ومتطلّبة للغاية، حتى بالنسبة للحواسيب الأكثر تطوراً.

طوّر فريق من الباحثين في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا **Massachusetts Institute of Technology** أو ما يعرف اختصاراً بـِ إم آي تي **MIT** ومن معاهد بحثية أخرى، منهجية جديدة لهذه العمليات الحسابية باستخدام الضوء عوضاً عن الكهرباء، إذ يقول

الباحثون إن ذلك سيزيد السرعة والفعالية إلى حدٍّ كبير في بعض العمليات الحسابية المتعلقة بالتعلُّم العميق، ونُشرت النتائج في ورقة بحثية في صحيفة نيتشر فوتونيكس **Nature Photonics** باسم الباحث ما بعد الدكتوراه في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا يشين شين **Yichen Shen**، وطالب الدراسات العليا نيكولاس هاريس **Nicholas Harris**، والأستاذ الجامعي مارين سولخاسيك، **Marin Soljacic** والأستاذ الجامعي دريك إينغلوند **Dirk Englund** وثمانية آخرين.



حقوق الصورة: معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا

ويقول سولخاسيك إنّ العديد من الباحثين خلال سنوات مضت قد أطلقوا عدة افتراضات حول الحواسيب المُعتَمِدة على الضوء، "وهذا أعطى آمالاً مبالغ بها، مما أدى إلى نتائج عكسية"، ويتابع قائلاً: "إنّ العديد من استخدامات أجهزة الحاسوب الضوئية المُقترحَة قد أثبتت عدم فعاليّتها"، إلّا أنّ نظام الشبكة العصبية المعتمد على الضوء والمُطوَّر من قبل هذا الفريق "قد يكون مناسباً للتعليم العميق في بعض التطبيقات".

فقد أظهرت التصميمات التقليدية للحاسوب عدم كفاءتها في ذلك النوع من العمليات الحسابية الضرورية لمهمات الشّبكات العصبية الهامة والمحددة، وتشمل مثل هذه المهام إجراء عملية الضرب المتكرر للمصفوفات التي قد تتطلب مجهوداً حسابياً يفوق قدرات رقاقات وحدة المعالجة المركزية سي بي يو **CPU** أو وحدة معالجة الرسوميات جي بي يو **GPU** التقليدية.

وتوصل فريق معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا بعد سنوات من البحث إلى طريقة لأداء هذه العمليات ضوئياً، ويقول سولخاسيك: "يمكن لهذه الرقاقة ـ بمُجرّد ضبطها ـ تنفيذ عملية ضرب المصفوفات بشكل آني تقريباً ومن دون استهلاك للطاقة"، ويتابع قائلاً: "لقد ثبّتنا

اللَّبِنات الأساسية وليس المشروع كاملاً بعد".

ويشير سولخاسيك، على سبيل القياس إلى أن باستطاعة عدسات النظارات العادية القيام بحسابات معقدة (فيما يسمى بتحويل فوريه **fourier transform**) على الأمواج الضوئية التي تمر من خلالها. وتُجرِي الحزم الضوئية الحسابات في الرقاقات الضوئية الجديدة بطريقة أكثر عمومية ولكنها تستخدم المبدأ الأساسي ذاته.

كما تستخدم المنهجيةُ الجديدةُ عدة حزم ضوئية مُوَجَّهة بطريقة تُمكِّن أمواجها من التفاعل معاً، مُنتجةً نماذجَ من التداخل تنقل النتيجة من العملية المقصودة. ويطلق الباحثون على هذا الجهاز الناتج اسم المعالج النانو-فوتوني القابل للبرمجة **programmable nanophotonic processor**.

ويشير شين إلى أنّ النتيجة تتمثَّل في إمكانية إجراء الرقاقات الضوئية -التي تستخدم هذه البُنية- الحسابات المُطبَّقة في خوارزميات الذكاء الاصطناعي المألوفة بشكل أسرع وبطاقة أقل من جزء من الألف من إجمالي الطاقة لكل عملية مقارنةً بالرقاقات الإلكترونية التقليدية. يقول شين: "تتمثّل فائدة استخدام الضوء في ضرب المصفوفات بدورها الكبير في زيادة السرعة والحفاظ على الطاقة، لأنَّ عمليّات ضرب المصفوفات الكثيفة هي أكثر العمليات حاجةً للطاقة واستهلاكاً للوقت في خوارزميات الذكاء الاصطناعي".

ويَستخدِم المعالج النانو-فوتوني القابل للبرمجة الجديد المُطوَّر في مختبر إينغلوند **Englund lab** بواسطة هاريس ومعاونيه **Harris and collaborators**، مصفوفةً من الأدلة الموجية **waveguides** المترابطة، إذ يمكن تعديلها -عند الحاجة- وبرمجة هذه المجموعة من الحزم لعملية حسابية معينة، يقول هايرس: "يمكنك برمجة أي عملية مصفوفية"،حيث يوجِّه المعالج الضوء من خلال سلسلة من الأدلة الموجية الضوئية المقترنة. ويقترح الفريق تطبيق طبقات متداخلة من الأجهزة التي تُجرِي عمليّة تسمى وظيفة التنشيط غير الخطي **nonlinear activation function** بطريقة مشابهة لعمل الخلايا العصبية في الدماغ.

ولتوضيح هذا المفهوم ضَبَطَ الفريق المعالج النانو-فوتوني القابل للبرمجة لتنفيذ شبكة عصبية للتعرف على أصوات أربعة حروف علة أساسية. وحتى مع هذا النظام البدائي كانت نسبة الدقة 77% مقارنة بحوالي 90% للأنظمة التقليدية. يقول سولخاسيك: "لا توجد عقبات كبيرة تواجه توسيع النظام لتحقيق المزيد من الدقة".

ويقول إينغلوند: "يمكن أن يكون للمعالج النانو-فوتوني القابل للبرمجة تطبيقات أخرى أيضاً كمعالجة الإشارات لنقل البيانات، ويمكن معالجة الإشارات التناظرية عالية السرعة بشكل أسرع من الطرق الأخرى التي تُحوِّل الإشارة التناظرية إلى رقمية أولاً لأنّ الضوء هو إشارة تناظرية بطبيعته"، ويضيف: "إن هذه الطريقة يمكنها إجراء المعالجة مباشرة وهي في الشكل التناظري".

ويقول الفريق إنه بحاجة إلى الكثير من الجهد والوقت لجعل هذا النظام مفيداً، ومع ذلك عندما يُوسَّع نطاق عمل النظام ويعمل بشكل كامل، يصبح بإمكاننا استخدامه في مجالات عدة مثل مراكز البيانات **data centers** أو أنظمة الأمن **security systems**. وقد يكون النظام مفيداً أيضاً للسيارات ذاتية القيادة أو الطائرات بدون طيار، أو كما يقول هاريس يمكن استخدامه "عندما تحتاج إلى القيام بالكثير من العمليات الحسابية وليس لديك الجهد أو الوقت الكافيين".

- التاريخ: 2017-08-03
- التصنيف: تكنولوجيا

#الضوء #التعلم #الحواسيب الضوئية #تحويلات فوريه

المصطلحات

- **Doping (التنشيط)**: هي عملية إدخال مواد إضافية ـ غالباً ما تكون شوائب (impurities)– في معدن لتغيير خصائص التوصيل لديه. فيمكن أن تكون الموصلات فائقة التوصيل المُطعّمة (Doped superconductors) أكثر كفاءة من نظرائها النقية. فبعض تجاويف المسرّع مصنوعة من النيوبيوم (niobium) المُطعّم بذرات النيتروجين. ويُدرس ذلك لاستخدامه في تصميم المغانط فائقة التوصيل كذلك.
- **التعلم العميق (deep learning)**: هو أحد ميزات الذكاء الاصطناعي التي تَعنى بمحاكاة نهج التعلم الذي يستخدمه البشر للحصول على أنواع معينة من المعرفة، كما يمكن اعتباره وسيلة لأتمتة التحليلات التنبؤية.

المصادر

- phys.org
- الصورة

المساهمون

- ترجمة
  - زين الهوشي
- مُراجعة
  - دانا أسعد
- تحرير
  - حسن شوفان
  - أحمد كنينة
- تصميم
  - علي ناصر عمير
- نشر
  - مي الشاهد