نموذج أساسي قائم على محولات الرسوم البيانية لتحليل شبكات الاتصال الوظيفي في الدماغ

تأليف

مدرس الدكتور محمد لوتي

فبراير 9, 2026

اقتبس من هذا المقال

مدرس الدكتور محمد لوتي (2026). نموذج أساسي قائم على محولات الرسوم البيانية لتحليل شبكات الاتصال الوظيفي في الدماغ. عرب سايكلوجي. تم الاسترجاع من https://arabpsychology.com/?p=118552

ARABPSYCHOLOGY.COM

هل يمكن لـ "الذكاء الاصطناعي التأسيسي" أن يفك شيفرة الدماغ البشري؟

تخيل أنك قادر على قراءة "بصمة" الدماغ، ليس فقط لتحديد ما إذا كان شخص ما يعاني من مرض عقلي، ولكن أيضًا لفهم الآليات الدقيقة التي تكمن وراء تفكيره وعواطفه. هذا ليس خيالًا علميًا، بل هو الهدف الذي يسعى إليه باحثون في مجال علم الأعصاب، وقد اقتربوا خطوة كبيرة بفضل تطورات جديدة في مجال الذكاء الاصطناعي. تقليديًا، كان تحليل الاتصال الوظيفي للدماغ (FCN) - وهو قياس لكيفية تواصل مناطق الدماغ المختلفة مع بعضها البعض ـ عملية معقدة وتستغرق وقتًا طويلاً. ولكن، نموذجًا جديدًا للذكاء الاصطناعي، يعتمد على ما يسمى بـ "نماذج الأساس" (Foundation Models)، يغير قواعد اللعبة.

منهجية البحث

قام الباحث يوانغ وانغ بتطوير نموذج جديد يعتمد على "محولات الرسم البياني" (Graph Transformers) - وهي نوع من الشبكات العصبية المصممة خصيصًا للتعامل مع البيانات التي يمكن تمثيلها كرسوم بيانية (Graphs). في الدماغ، يمكن اعتبار مناطق الدماغ بمثابة "عقد" (Nodes) والاتصالات بينها بمثابة "حواف" (Edges). هذا النموذج لا يحلل فقط نشاط كل منطقة من مناطق الدماغ بشكل منفصل، بل يركز أيضًا على كيفية تفاعل هذه المناطق مع بعضها البعض.

النموذج الجديد يدمج ما يسمى بـ "تضمينات العقد" (Node Embeddings) و "تضمينات الحواف" (Edge Embeddings). ببساطة، هذه التضمينات هي طرق لتمثيل معلومات حول كل عقدة وحافة في الرسم البياني كمتجهات رقمية. هذه المتجهات الرقمية تسمح للنموذج بفهم العلاقات المعقدة بين مناطق الدماغ.

ما يميز هذا النموذج أيضًا هو قدرته على التكيف مع مهام مختلفة. بدلاً من تدريب نموذج منفصل لكل مهمة (مثل تصنيف الجنس أو التنبؤ بالعمر العقلي)، يستخدم النموذج "محولات خاصة بالمهمة" (Task-Specific Adapters). هذه المحولات الصغيرة تسمح للنموذج بتطبيق المعرفة التي اكتسبها من تحليل كميات هائلة من بيانات الدماغ على مهام جديدة بسرعة وكفاءة.

النتائج

قام الباحثون باختبار النموذج الجديد على بيانات التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي (fMRI) - وهي تقنية تستخدم لقياس نشاط الدماغ ـ من 10,718 فحصًا. تم استخدام هذه البيانات في أربع مهام مختلفة: تحديد الجنس، والتمييز بين الأشخاص المصابين بالفصام أو التوحد والأشخاص الأصحاء، والتنبؤ بالعمر العقلي، وتحديد أنواع مختلفة من اضطرابات الاكتئاب والقلق.

أظهر النموذج الجديد أداءً متفوقًا باستمرار على 14 طريقة أخرى تعتبر من أحدث التقنيات في هذا المجال. لم يكن هذا الأداء المتفوق مجرد تحسن طفيف، بل كان فرقًا ملحوظًا في الدقة والفعالية. على سبيل المثال، في مهمة تصنيف الاضطرابات العقلية، تمكن النموذج الجديد من تحقيق دقة أعلى بكثير من النماذج التقليدية.

بالإضافة إلى ذلك، ساعد النموذج الجديد في اكتشاف "علامات بيولوجية" (Biomarkers) جديدة. وهي أنماط محددة في الاتصال الوظيفي للدماغ مرتبطة بمهام معينة. هذا يعني أن النموذج لا يقدم فقط تنبؤات دقيقة، بل يساعد أيضًا في فهم الآليات العصبية التي تكمن وراء هذه التنبؤات.

ARABPSYCHOLOGY.COM

دلالات البحث

هذا البحث يمثل تقدمًا كبيرًا في مجال تحليل الاتصال الوظيفي للدماغ. إن تطوير نموذج أساسي قادر على التعامل مع كميات هائلة من بيانات الدماغ وتحقيق أداء متفوق يفتح الباب أمام العديد من الإمكانيات الجديدة.

أحد أهم هذه الإمكانيات هو تحسين تشخيص وعلاج الاضطرابات العقلية. من خلال تحديد العلامات البيولوجية الدقيقة المرتبطة بهذه الاضطرابات، يمكن للأطباء تطوير علاجات أكثر فعالية وتخصيصها لتلبية احتياجات كل مريض على حدة.

بالإضافة إلى ذلك، يمكن استخدام هذا النموذج لفهم كيفية تطور الدماغ مع تقدم العمر، وكيف تتغير الاتصالات الوظيفية للدماغ استجابة للعلاج أو التدخلات المختلفة. هذا يمكن أن يؤدي إلى تطوير استراتيجيات جديدة لتعزيز صحة الدماغ ومنع الأمراض العصبية.

في الختام، يمثل هذا النموذج الجديد خطوة مهمة نحو فك شيفرة الدماغ البشري، ويعد بمستقبل واعد للبحث في علم الأعصاب والطب النفسي.

Reference

Wang, Y. (2026). *A graph transformer-based foundation model for brain functional connectivity network*. Pattern Recognition.

DOI: 10.1016/j.patcog.2025.111988

ARABPSYCHOLOGY.COM