تعرف الأمراض الدماغية متعددة المواقع: تعلم فيدرالي شخصي وتحليل تنسوري مبتكر

تأليف

مدرس الدكتور محمد لوتي

فبراير 7, 2026

اقتبس من هذا المقال

مدرس الدكتور محمد لوتي (2026). تعرف الأمراض الدماغية متعددة المواقع: تعلم فيدرالي شخصي وتحليل تنسوري مبتكر. عرب سايكلوجي. تم الاسترجاع من https://arabpsychology.com/?p=118413

ARABPSYCHOLOGY.COM

تخيل أنك أمام تحدٍ طبي معقد: تشخيص مرض دماغي في مراحله المبكرة. غالبًا ما يعتمد الأطباء على صور الدماغ، مثل التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي (rs-fMRI)، للكشف عن علامات مبكرة. لكن ماذا لو كانت البيانات اللازمة لتطوير نماذج تشخيصية دقيقة موزعة بين مستشفيات ومراكز أبحاث مختلفة، وكل منها يمتلك مجموعة بيانات صغيرة نسبيًا، وتحيط بها قيود صارمة على الخصوصية؟ هذا هو التحدي الذي يسعى باحثون إلى حله بطرق مبتكرة.

منهجية البحث

قام الباحث تشاو جون تشانغ وفريقه بتطوير إطار عمل جديد يجمع بين تقنيات متقدمة في التعلم الآلي والذكاء الاصطناعي، أطلقوا عليه اسم "تفكيك الموتر والتعلم الموحد المخصص" (TDPFL). يهدف هذا الإطار إلى التعرف على الأمراض الدماغية من خلال تحليل بيانات التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي، مع الحفاظ على خصوصية بيانات المرضى في كل موقع. الفكرة الأساسية هي الاستفادة من البيانات المتاحة في مواقع متعددة دون الحاجة إلى نقل البيانات الحساسة بينها.

يعتمد الإطار على مفهوم "التعلم الموحد" (Federated Learning)، حيث يتم تدريب نموذج الذكاء الاصطناعي بشكل تعاوني عبر مواقع متعددة، مع بقاء البيانات في كل موقع. ولكن، يضيف فريق البحث طبقة من "التخصيص" (Personalization) لحماية المعلومات الخاصة بكل موقع، مثل التركيبة السكانية للمرضى (العمر، الجنس، المستوى التعليمي). يتم ذلك من خلال إضافة "فرع مخصص" (personalized branch) لكل موقع، يعمل على معالجة البيانات الخاصة به بشكل منفصل قبل دمجها مع المعلومات المشتركة.

بالإضافة إلى ذلك، استخدم الباحثون تقنية "تفكيك الموتر" (Tensor Decomposition) لاستخراج الميزات الهامة من بيانات التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي. الموتر هو ببساطة طريقة لتمثيل البيانات متعددة الأبعاد، وتفكيكه يسمح بفصل الميزات الأكثر أهمية التي تميز المرضى المصابين بالأمراض الدماغية عن الأصحاء. كما قاموا بتطوير "وحدة تجميع النماذج الأولية الديناميكية" (dynamic prototype aggregation module) لمراقبة التغيرات في ميزات الدماغ بمرور الوقت، مما يعزز قدرة النموذج على التنبؤ بتطور المرض.

النتائج

اختبر الباحثون إطار عمل TDPFL على مجموعتين من بيانات التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي المتاحة للجمهور، تم جمعهما من ستة مواقع مختلفة. أظهرت النتائج أن إطار العمل الجديد تفوق على الطرق التقليدية بنسبة تحسين متوسطة في دقة التصنيف بلغت 4٪. وهذا يعني أن النموذج الجديد كان قادرًا على التمييز بين المرضى الأصحاء والمرضى بشكل أكثر دقة من النماذج السابقة.

الأهم من ذلك، تمكن الباحثون من تحديد "علامات بيولوجية" (biomarkers) خاصة بكل موقع مرتبطة بالأمراض الدماغية. هذه العلامات البيولوجية هي أنماط معينة في نشاط الدماغ يمكن أن تشير إلى وجود المرض. إن تحديد هذه العلامات البيولوجية الخاصة بكل موقع يوفر رؤى جديدة حول كيفية تأثير العوامل المحلية، مثل التركيبة السكانية والبيئة، على تطور الأمراض الدماغية.

دلالات البحث

تكمن أهمية هذا البحث في قدرته على التغلب على التحديات المتعلقة بخصوصية البيانات في مجال البحوث الطبية. من

ARABPSYCHOLOGY.COM

خلال تمكين التعاون بين المؤسسات المختلفة دون الحاجة إلى مشاركة البيانات الحساسة، يفتح إطار عمل TDPFL الباب أمام تطوير نماذج تشخيصية أكثر دقة وفعالية للأمراض الدماغية.

إن تحديد العلامات البيولوجية الخاصة بكل موقع يمثل خطوة مهمة نحو تطوير اختبارات تشخيصية مخصصة يمكن أن تساعد الأطباء على تشخيص الأمراض الدماغية في مراحلها المبكرة، مما يزيد من فرص نجاح العلاج. كما أن هذه النتائج يمكن أن تساعد في فهم أفضل للعوامل التي تساهم في تطور الأمراض الدماغية، مما قد يؤدي إلى تطوير استراتيجيات وقائية جديدة.

الجدير بالذكر أن الباحثون قاموا بنشر الكود الخاص بإطار عمل TDPFL على منصة GitHub (https://github.com/ChaojunZ/TDPFL.git)، مما يتيح للباحثين الآخرين الاستفادة من هذه التقنية وتطويرها بشكل أكبر. هذا يعكس التزام الباحثين بمشاركة المعرفة العلمية وتسريع وتيرة التقدم في مجال البحوث الطبية.

Reference

Zhang, C. (2026). *Multi-site brain disease identification based on tensor decomposition and personalized federated learning*. Neural Networks.

DOI: 10.1016/j.neunet.2025.107987

ARABPSYCHOLOGY.COM