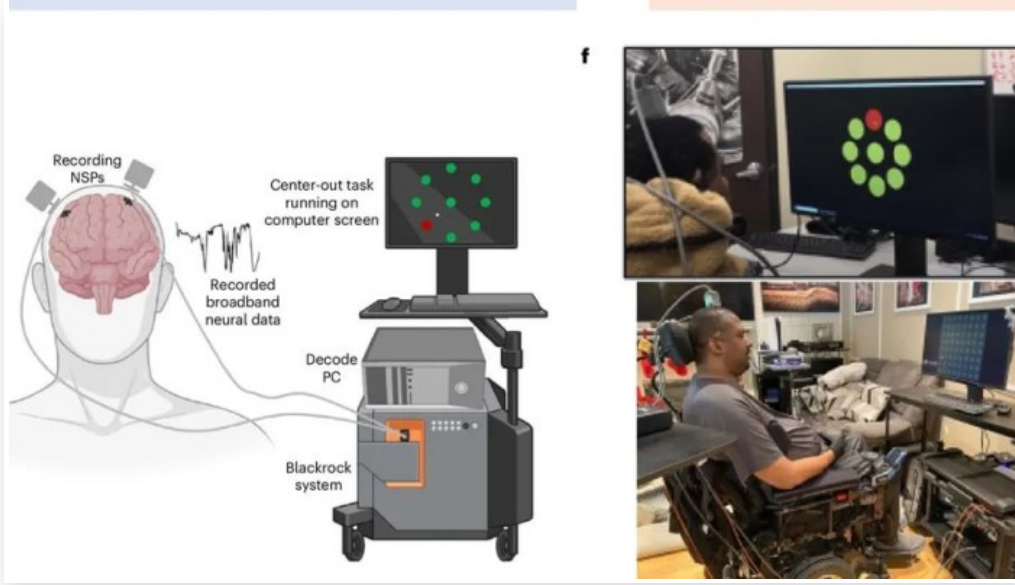


التعلم الآلي يعزز أداء الوسيط بين الدماغ والآلة



الأربعاء 11 ديسمبر 2024 09:00 م

لقد مكنت الوسائط الواسلة بين الدماغ والآلة (BMIs) مجموعة من المشاركين في الاختبار غير القادرين على الحركة أو التحدث من التواصل ببساطة عن طريق التفكير. يلتقط الجهاز المزروع الإشارات العصبية المرتبطة بفكرة معينة ويحولها إلى إشارات تحكم يتم تغذيتها بجهاز كمبيوتر أو طرف آلي على سبيل المثال، يُطلب من شخص مصاب بالشلل الرباعي التفكير في تحريك مؤشر على شاشة الكمبيوتر، كما جاء في تقرير للباحثة من معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا. بمجرد تدريب الوسيط الواسل بين الدماغ والآلة BMI على التعرف على النشاط العصبي على أنه هذا القصد، يتم نقل فكر الشخص عبر BMI لتنفيذ عملية تحريك المؤشر. قد تتكون BMIs والتي هي حاليا في مرحلة تجريبية أيضا من أطراف آلية يمكنها تنفيذ المهام اليدوية وفقا لتعليمات أفكار الشخص المعاق وحدها. الأجهزة اللازمة لهذا الإنجاز المذهل هي جهاز كمبيوتر - إما قائم بذاته أو داخل جهاز آلي - وزرع في دماغ الشخص الذي يستخدم تقنية BMI للتواصل بشأن نيته من خلال أفكاره. يستخدم باحثو معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا غرسات تتكون من 100 قطب كهربائي دقيق مثبتة على شريحة بحجم 4*4 مم. يبلغ طول هذه الأقطاب الكهربائية الدقيقة عادة 1.5 مم وتحترق قشرة الدماغ، حيث يمكنها تسجيل نشاط الخلايا العصبية الفردية لسوء الحظ، فإن أداء مصفوفات الأقطاب الكهربائية الدقيقة هذه ليس ثابتا ويتدهور بمرور الوقت. للتغلب على هذا التحدي، قامت أريتا إمامي من معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا، أستاذة الهندسة الكهربائية والهندسة الطبية ومديرة مركز الاستشعار عن الذكاء (S2I)، وزملاؤها بمعالجة هذه المشكلة باستخدام التعلم الآلي لتفسير الإشارات العصبية التي تلتقطها الغرسات القديمة بشكل فعال. تقول إمامي: "لا نلاحظ فقط الاختلافات اليومية، ولكن بمرور الوقت يتدهور أداء الوسائط الواسلة بين الدماغ والحاسوب لمجموعة متنوعة من الأسباب. قد تحدث حركة صغيرة للغرسة أو أقطابها الكهربائية وقد تتدهور الأقطاب الكهربائية نفسها أو تصبح مغلفة بأنسجة المخ. يعتقد بعض الناس أن الخلايا العصبية تتحرك بعيدا عن الغرسة بمرور الوقت لأنها تتفاعل معها كجسم غريب في المخ. لأي سبب من الأسباب، تصبح الإشارات التي تلتقطها أكثر تشويشا". عندما يتم إعداد BMI لأول مرة، تنتج مجموعة الأقطاب الكهربائية الدقيقة إشارة تتميز بإمكانات فعل قوية تظهر مثل ارتفاع حاد في التسجيلات. بمجرد أن تتوقف مجموعة الأقطاب الكهربائية الدقيقة عن اكتشاف هذه الإشارة القوية - أي عندما تصبح ردود الفعل من المجموعة أكثر تشويشا ولم تعد تلك الإشارات الحادة واضحة - تصبح مهمة ربط نمط النشاط العصبي من الخلايا العصبية الأكثر بعدا بنمط محددة يمكن نقلها بنجاح إلى جهاز كمبيوتر أو جهاز آخر مهمة أكثر صعوبة. حاول الباحثون تحديد إشارات بديلة، مثل ما يسمى بتقاطعات العتبات أو جهد المجال المحلي المسجلة من الخلايا العصبية البعيدة. كان أحد الأساليب استخدام الموجات التي تقيس التذبذبات الصغيرة في النشاط العصبي، لكن نجاح الموجات والطرق الأخرى كان محدودا. الآن وجدت إمامي وزملاؤها أنه من خلال تطبيق التعلم الآلي، يمكن تدريب BMIs على تفسير البيانات من النشاط العصبي حتى بعد أن أصبحت الإشارة من الغرسة أقل وضوحا. نُشرت النتائج في مجلة Nature Biomedical Engineering. يشرح بنيامين هاغي، وهو طالب دراسات عليا سابقا في مختبر إمامي، "حيث كنا نعتمد في السابق على حساب الارتفاع الحاد في الإشارات العصبية، فقد أنشأنا الآن شبكة عصبية تستخرج المعلومات تلقائيا من الإشارة العصبية بأكملها، من جميع الانخفاضات والارتفاعات والتغيرات الصغيرة في الإشارة، وتحويل هذا إلى نية المريض". وتضيف إمامي: "بمرور الوقت، تم تدريب BMI على كل من الإشارة التي تمثل نشاطا عصبيا وإشارة تبدو كأنها تشويش، وبالتالي فهي قادرة على تفسير نية المستخدم". تصف إمامي تجربة أحد المشاركين (JJ) الذي فقد القدرة على الحركة بسبب حادث سيارة: "عندما بدأنا العمل معه لأول مرة، كان عمر

الغرسة لديه ثلاث سنوات، وكانت قد تدهورت بالفعل؛ كنا نفكر في إزالة الغرسة، ولكن مع خوارزمتنا الجديدة، فهو سعيد بمواصلة استخدام النظام الذي لديه أصلاً؛ يمكن لـ JJ تحريك المؤشر بدقة شديدة على شبكة، تماماً كما فعل عندما كانت الغرسة جديدة[] يمكنه لعب ألعاب الفيديو والتحكم في بيئة كمبيوتر تحاكي القيادة".

تسمى خوارزمية الفريق FENet، وهي اختصار لـ Feature Extraction Network. ومن اللافت للنظر أنه يمكن تدريبها على بيانات من مريض واحد ثم استخدامها بنجاح في مريض آخر[]

تقول إمامي: "هذا يعني أن هناك نوعاً أساسياً من المعلومات في البيانات العصبية التي نلتقطها".

لا يقتصر الأمر على ذلك، بل يمكن لشبكة FENet أن تعمم على مناطق مختلفة من الدماغ وأنواع مختلفة من الأقطاب الكهربائية ويمكن دمجها بسهولة في أنظمة BMI الموجودة[]

يقول ريتشارد أندرسن، أستاذ علم الأعصاب جيمس جي بوسويل ورئيس قسم القيادة ومدير مركز T&C Chen Brain-Machine Interface Center: "لقد قامت شبكة FENet بالفعل بتمديد دراستنا السريرية مع JJ لمدة عامين[] إن أبحاث BMI هي مجال مثالي للبحث متعدد التخصصات، في هذه الحالة دمج تخصصات الهندسة وعلوم الكمبيوتر وعلم الأعصاب".

تتطلب أنظمة BMI اليوم اتصالاً يدوياً من غرسة القطب الكهربائي إلى موصل يتم ربطه بعد ذلك بأسلاك تؤدي إلى نظام دقيق يعالج البيانات الخام قبل إرسالها إلى الكمبيوتر - الوسيط المرئي الذي يتعامل معه المريض[]

تقول إمامي: "هذا نظام مرهق للغاية[] هدفنا الآن، بعد إنشاء شبكة FENet لتفسير إشارات الدماغ بشكل أفضل، هو تصغير النظام بحيث يمكن أن يكون يوماً ما جهازاً يمكن ارتداؤه أو غرسة يتواصل لاسلكياً مع الكمبيوتر".