IEEE
UNIVERSITY OF TRIPOLI
STUDENT BRANCH

دارة

دارة

نبذة عن فريق العمل

فريق مجلة دارة يعمل على أن يكون حلقة وصل بين الطلاب والفئة العلمية وأخر التطورات والأبحاث ، كما يعمل الفريق على إطلاع كافة الطلاب والبحّاث و المهتمين على ماهو جديد في مجال الهندسة الكهربائية والإلكترونية والمجالات التقنية والعلوم المختلفة.

الترجمة

فراس نوري
لينة لطيف
آلاء الحداد
سمية أنور

التحرير والتدقيق

م . عبدالله أبوقرين

سمية أنور

تصميم وإخراج

ولاء عريبي
سمية أنور

النشر

IEEE UOT SB

المحتويات

العدد الثاني - 2021

4 **تحطيم الرقم القياسي في ارسال البيانات**

تسجل اليابان رقم قياسي ذهبي جديد بمعدل 319 تيرابت/ثانية في أطول من 3000 كيلومتر

6 **نقل الرقاقات بالقرب إلى البتات الكمومية الباردة**

الالكترونيات التقليدية تنضم الى الدوائر الكمومية في المجمد

8 **ترانزستورات ذات السمك الذري تصبح أسرع وتستهلك طاقة أقل**

بحث عن ترانزستورات ثنائية الأبعاد لإلكترونيات المستقبل يشق طريقه بين خيارات من مختلف المواد.

10 **السيارات ذاتية القيادة تتعلم قراءة لغة الجسد في الشارع**

مطورو الألعاب يستخدمون تقنية التقاط الحركة لتعليم مركبات كروز ذاتية القيادة

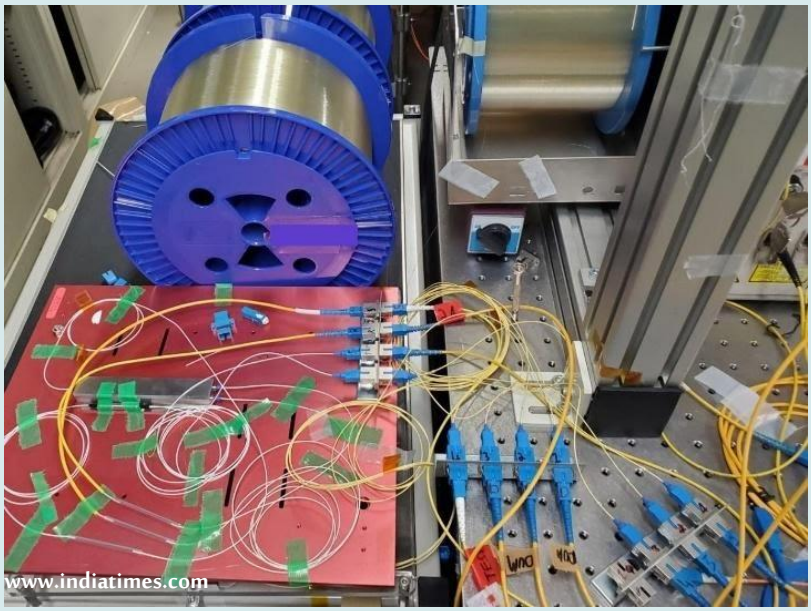
تحطيم الرقم القياسي في ارسال البيانات

ضاعف الباحثون في المعهد الوطني لتكنولوجيا والاتصالات في اليابان (NICT) في طوكيو سرعة نقل البيانات البالغة 172 تيرابت/ثانية التي أعلنوا عنها في شهر أبريل من سنة 2020. حيث عرضوا نتائجهم مؤخراً في المؤتمر الدولي للاتصالات بالألياف الضوئية .

لكسر هذا الرقم القياسي تم استخدام تقنيات مختلفة التي لازالت مستعملة ومنهم : ألياف منخفضة فقدان الطاقة رباعية-اللب الحيزي (4-core) وألياف المقسّم المتعدد الإرسال الحيزي (SDM - spatial division multiplexing) التي استعملت في مشاريع البحث، واسُتعملت مضخمات الألياف المطعمة بالإربيوم والثوليوم ومضخم رامان الموزع (Raman)، بالإضافة استخدام أطوال الموجية الناقلة حزمة سي (C band) وحزمة إل (L band) و الأطوال الموجية حزمة اس (S band). حتى الآن استخدام حزمة اس اقتصر على اختبارات التي أجريت في المختبر على امتداد بضع عشرات الكيلومترات فقط في مشاريع البحوث. ولكن بسبب الاعتقاد بأن الجودة العالية لألياف رباعية -اللب تتعادل مع جودة ألياف أحادية النمط (single mode) ذات غلاف زجاجي وقطر خارجي 0.125 ملم .

ويقول بن بوتنام (Ben Puttnam) وهو باحث كبير في تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في معهد الوطني لتكنولوجيا والاتصالات ورئيس فريق مشروع تحطيم الأرقام القياسية "بسبب ألياف المقسّم المتعدد الإرسال الحيزي التي لديها نفس الغلاف المستخدم في الألياف أحادية النمط، ويمكن أن يصبح متماشياً مع نفس تكنولوجيا مد الكابلات المستخدمة حاليا مما يجعل اعتماد استخدامها في وقت أبكر أكثر احتمالاً".

يلاحظ بوتنام أيضاً "الاحتفاظ بنفس القطر أيضا مهم لأن الخواص الميكانيكية و احتمالية التلف مفهومة بشكل جيد. فمعرفة تأثير ثني أو لف ألياف أكبر حجما لا يزال غير مفهوم جيدا" ، يقول في الماضي اكتشفوا بعض الأليف للدراسة بعازل قطره ثلاثة أضعاف وحقّق معدلات ارسال بأكثر من 10 بيتابت/الثانية (petabits/sec). ويضيف قائلاً: "لكن هذه الألياف من صعب التعامل معها وأحياناً تنكسر كمعكرونة السباقيتي الجافة.



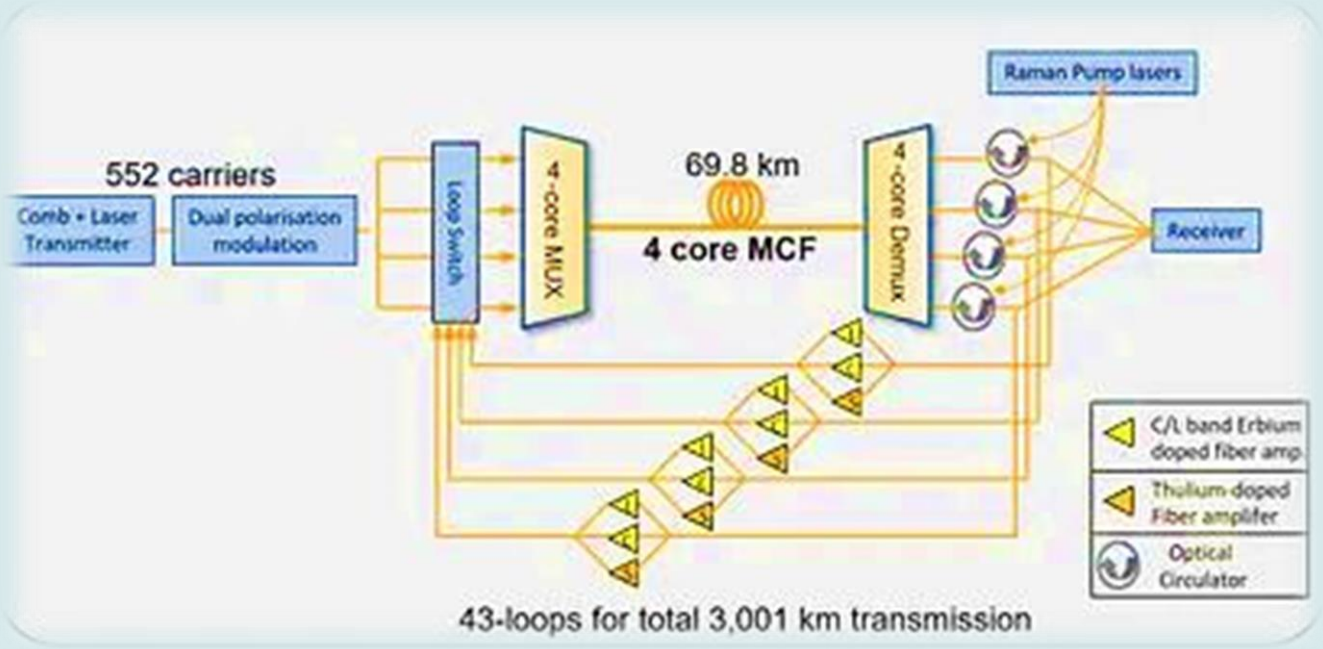
الألياف والأجهزة الإلكترونية التي استعملت لتحقق الرقم القياسي في إرسال البيانات.

وأيضاً الألياف البصرية ذات القطر الأكبر يُصعب التعامل معها عندما تستعمل للمسافات الطويلة واحتمالية زيادة أخطاء القطع عند وصل الألياف ببعض".

التعامل معها عندما تستعمل للمسافات الطويلة واحتمالية زيادة أخطاء القطع عند وصل الألياف ببعض".

التجهيز المعملي لمعامل المعهد الوطني لتكنولوجيا والاتصالات يضمن إعادة الإرسال البيانات ليحقق وصول البيانات لمسافة 3,001km. مقسّم الأطوال الموجية متعدد الإرسال (WDM) لـ 552 قناة متباعدة بـ 25جيجا هيرتز تتولد من أجهزة ليزر مشط المصدر(source laser comb) وأجهزة ليزر القابلة لتوافق (tunable laser) لحَمل البيانات ولمضاعفة كمية البيانات المرسلة قبل بدء الإرسال إشارة 120 نانومتر في كل من الألباب الأربع لألياف الضوئية، واستخدمت أجهزة قياس الاستقطاب المزدوج لهذا. كل مسافة 69.8 كم من الألياف يتم التعويض تبدد الإشارة بنوعين من المضخمات :الأول يكون مطعّم بالإربيوم، والأخر مطعم بالثوليوم، لتَقْوِيَة الإشارة في حزمات إل/سي وحزمات اس، على التوالي.

بالإضافة إلى مضخِّم-مضخَّة رامان (Raman pump amplifier) يعطي الكسب على طول ليف الإرسال، مما يمنع التضاؤل بشكل الحاد للإشارة. والذي يؤدي لتشويش أقل عندما تُضخم الإشارة ويحسّن أداءها العام.



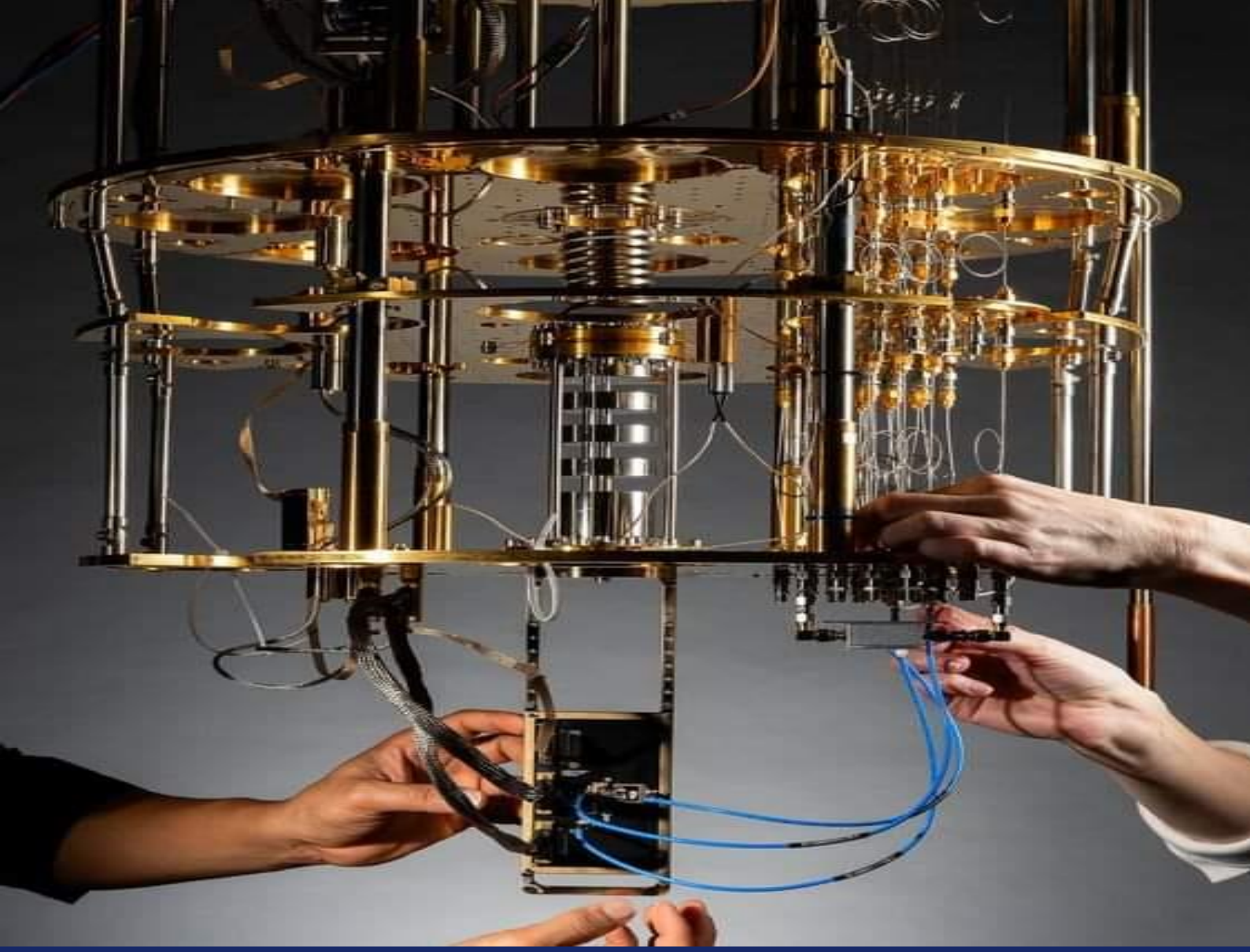
الرسم التخطيطي لنظام النقل لمعهد الوطني لتكنولوجيا والاتصالات

إن معدلات سرعة ارسال البيانات حل الشيفرة عبر النطاق الترددي S و C و L هي 102.5 تيرابت/ثانية (S)، و108.7 تيرابت/ثانية (C) ، و107.7 تيرابت/ثانية (L).

ويقول بوتنام "نحن نعمل الآن على زيادة مسافة الإرسال، لقد قمنا بالفعل بقياس القنوات على مسافة 8,000 كيلومتر ونريد أن نزيد دفع ذلك إلى ما لا يقل عن 10,000 كيلومتر من خلال تحقيق أفضل مستوى تحسين للكسب المسطح (gain flattening) ، هذا بالنسبة لمعدلات الانتقال، على مدى مسافة قصيرة من 50 إلى 70 كيلومتر، أعتقد أننا في نهاية المطاف يمكن نقل أكثر من 1 بيتابت/ الثانية في هذا الليف البصري".

وبمجرد تحسين هذه التكنولوجيا، وتوفير ألياف المقسّم المتعدد الإرسال الحيزي تبين أنها يمكن صنعها عملياً واقتصادياً بنفس شكل الألياف القياسية ذات اللبّ الواحد ، ماذا بعد ذلك؟ يرى بوتنام أنه من الواضح أن نوع واحد من المستخدمين لهذه التكنولوجيا هم مشغليّ كابلات الغواصة العابرة للمحيطات ، حيث لديهم حيز كبيرمن المساحة. وهناك مستخدم آخر محتمل وهو مراكز البيانات الكبيرة ، حيث يمكن أن تكون الوصلات عالية الكثافة أمراً أساسي وجوهري حيث تُضاف ألياف جديدة باستمرار. كما أن النطاق الترددي المحتمل لألياف المقسّم المتعدد الإرسال الحيزي سيكون مناسباً في شبكات الألياف الأرضية، ولكن العمل على إنشاء وتنصيب الألياف البصرية أمر مكلف مما يُعقد المسألة لحدٍ ما.

بعد انتشار الألياف، يتوقع بوتنام تطبيقات مثل بثّ الفيديو عالية الدقة، الألعاب على الإنترنت واتصالات انترنت الأشياء (IoT) لتكون من بعض التطبيقات التي تستحوذ على عرض نطاق التردد الإضافي ، كما هو الحال بمجيء 6G في غضون عقد من الزمن.



نقل الرقاقات بالقرب إلى البتات الكمومية الباردة

ثلاثة من كبرى شركات تصنيع الحواسيب الكمومية اليوم قوقل وانتل وميكروسوفت يراهنون على أجهزة فائقة التبريد تعمل عندما تقارب الصفر المطلق.

ولكن هناك مشكلة: فتلك صوامع الحوسبة الكَمِّية الباردة لا يمكنها تحمل الحرارة المنبعثة من رقاقات الحوسبة التقليدية التي تتحكم بها.

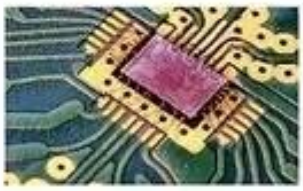
وهذا يشير الى أن مكونات الحوسبة العادية و الكمية يجب ان تفصل، على الرغم من اقترانهما بالتصميم. توضع رقاقات التحكم عادةً عند درجة حرارة الغرفة في أعلى حزمة الحوسبة الكمية، بينما البتات الكمومية (الكيوبتات - Qubits) تظل في أعماق الثلاجات الخافضة، تستخدم الثلاجات الخافضة نظائر الهيليوم (-3) والهيليوم (-4) في التبريد الفائق للنظام، تُخفَّضْ درجة الحرارة من القاعدة العليا عند 4 كلفن (- 269.15 م) إلى ما يقارب 10 ملليكلفن في الأسفل.

تجري الأسلاك بأعلى وأسفل حزمة العتاد المادي (hardware) لوصل كل كيوبت برقاقة التحكم الخاص بها ومكونات الحوسبة التقليدية الأخرى على المستوى الأعلى؛ ويقول فابيو سيباستيانو (Fabio Sebastiano): رئيس قسم الحوسبة الكمومية في شركة كيوتك (QuTech) في دلفت بهولندا إن مثل هذه الإعدادات غير العملية مع العشرات فقط من الكيوبتات ستصبح "كابوسا هندسيا" إذا تم توسيعها إلى عدد الكيوبتات اللازمة للحوسبة الكمِّية العملية. وقد قارن بين هذا النهج ومحاولة ربط كل بكسل من 10 ملايين بكسل في كاميرا الهاتف الذكي بإلكترونياتهم القارئة باستخدام أسلاك بطول متر واحد.

لهذا تلك الشركات التقنية العملاقة تعمل على تطوير كيوبتات يمكن تشغيلها في درجات حرارة أدفىء أو رقاقات تحكم قابلة للعمل في درجات حرارة أبرد بينما تُقلَلْ الحرارة الناتجة من فقدان او تبدد القدرة؛ تأمل تلك الشركات تقليص فرق الحرارة التشغيلية و امكانية دمج او توحيد مكونات الحوسبة التقليدية مع مكونات الحوسبة الكمية في نفس الحزم أو الرقاقات المتكاملة.

4K

رقاقة تحكم انتل
ظهر الحصان II (Horse
(Ridge II



3K

رقاقة تحكم فوقل

2K

رقاقة ألتا الكمبيوتر المبرّد (Alta
Cryo-Computer) للأعراض
العامة لميكروسوفت التي تقرر
أيّ التعليمات ترسل إلى رقاقة
التحكم Gooseberry التي تستقر
عند درجة حراره ابرد بـ20 مره.

1K

كيوبتات السيليكون المخزلية
لانتل تساوم ب درجة حرارة
أدفىء (بـ 15 مرة من
كيوبتات) و لكنها تقدم أداء اقل
كفاءةً بقليل

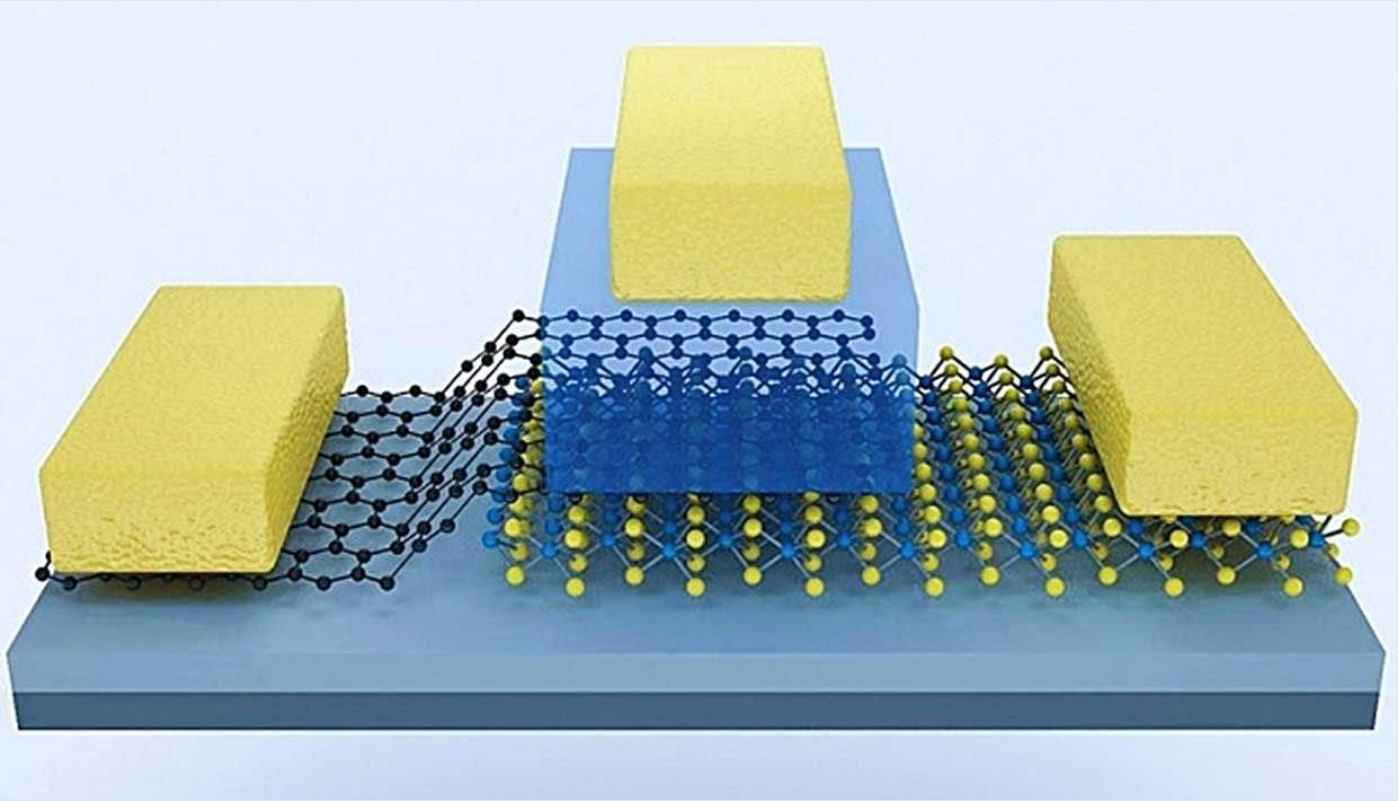
0.1K

رقاقة تحكم لمايكروسوفت
Gooseberry تقوم بتحويل
تعليمات الحوسبة التقليدية إلى
اشارات فولطية يمكنها التحكم
في البتات الكمومية المجاورة

0.01K

كيوبتات خارقة التوصيل لفوقل

ترانزستورات ذات السمك الذري تصبح أسرع



يوضح الشكل ترانستور الجرافين (سداسي أسود) وثاني كبريتيد المولبيديوم (طبقة بنيوية باللون الأصفر والأزرق) بين عناصر أخرى

إلكترونيات ما بعد السيلكون، ضعَّف المهندسون جهودهم في البحث لصناعة ترانزستورات من مواد ثنائية البعد ذات سمك الذري، أشهرها الجرافين ولكن يعتقد الخبراء بأن أشباه الموصلات ثنائية الابعاد مثل ثاني كبريتيد المولبيديوم و ثاني كبريتيد التنجيستن قد تكون أفضل في هذه الصناعة. الجرافين يفتقر لوجود فجوة الطاقة الخاصية التي تجعله من مواد أشباه الموصلات.

الآن وبدمج الجرافين مع ثاني كبريتيد المولبيديوم (MoS_2) صنع الباحثون ترانستور يعمل بنصف الجهد وكثافة تيار أعلى من أي ترانستور متطور ثنائي الأبعاد كان تحت التطوير فيما سبق. وهذا يجب أن يقلل من الطاقة المستهلكة في الدوائر المتكاملة (*IC*) المبنية على أساس اجهزة ثنائية الأبعاد.

يقول هومين لاي (*Huamin Li*): أستاذ هندسة كهربائية في جامعة بوفالو (*Buffalo*) الذي عرض الجهاز في اجتماع أجهزة الالكترون الدولي (*IEDM*) " لقد كنا قادرين على اكتشاف امكانات غير مستغلة بشكل كامل للمواد ثنائية الأبعاد لصنع ترانستور يظهر أداء أفضل في استهلاك الطاقة وسرعة التبديل".

يقول لاي: "باستخدام هذه الآلية الفريدة يمكننا كسر الحد الأساسي للتبديل، نحن نستخدم جهد أقل لتشغيل الجهاز ونتحكم أكثر بالتيار لذلك ترانزستوراتنا لديها كفاءة طاقة أكبر"، الترانزستور ذو السمك 1 نانومتر الخاص بمجموعته البحثية يحتاج 29 ميلي-فولت فقط لإنجاز عشرة أضعاف التغيير في تيار الجهاز.

صنع الباحثون جهاز بتكديس صفيحة من الجرافين على طبقة واحدة من MoS_2، المنطقة المكدسة اشتغلت كقناة ترانزستور ورسب الباحثون طرف البوابة فوقها، عملت طبقة الجرافين الأحادية كمنبع بينما MoS_2 كمصب.

مواد أخرى ذات مصدر بارد كالمعادن ثنائية الأبعاد والسالب المُتَكَهرِب (*electron-rich*) وأشباه الموصلات سالبة التطعيم (*n-doped*) يمكنها كسر حد 60 ميلي-فولت/عشري (*mV/decade*)، وفقا لباحثين من جامعة شاندونغ (*Shandong*) الذين هم أيضًا قدموا عملهم في اجتماع أجهزة الالكترون الدولي باستخدام المحاكاة والنمذجة، عرضوا جرافين سالب التطعيم يمكنه خفض الجهد حتى 24 ميلي-فولت حتى باستخدام السليكون سالب التطعيم يمكن تخفيضه حتى 33 ميلي-فولت.

يقول لاي بأنه هو وزملائه اختاروا MoS_2 لإثبات مفهومهم من الجهاز لأنه شبه موصل ثنائي الأبعاد ودرسه وعرفه الباحثون لوقت طويل.

باحثون من شركة تصنيع أشباه الموصلات التايوانية *TSMC* هم أيضا عرضوا آخر اكتشافاتهم عن ترنزستورات MoS_2 في اجتماع أجهزة الالكترون الدولي.

هؤلاء ومجموعات أخرى لم يتوقفوا عند مادة ثنائية الأبعاد لقد عملوا على مواد مثل ثاني كبريتيد التنجستن WS_2 والفسفور الاسود يقول لاي: "إذا عملت المواد الأخرى بشكل أفضل مع جهازنا التقني سنكشف عن هذا"

مركز الميكرو-إلكترونيك الجامعي (*Imec*) في لوفان- بلجيكيا راهنوا على WS_2، أي أن باحثو الشركة يعتقدون بأنه يجب عليهم الحصول على أداء أفضل من أي وقت. مضت سنتين على تطوير مديرة برنامج مركز الميكرو-إلكترونيك الجامعي لولاينا رابو (*Iuliana Radu*) وفريقها لتقنية بوضع طبقة من WS_2عالية الجودة على رقاقة 300 ملي-متر من سليكون. والآن اصدروا تقريرًا بأنه يمكنهم صنع ترانزستورات WS_2 في مستوى الرقاقة (*wafer-scale*) وقالوا: " إنه عمل لتمهيد الطريق باتجاه صناعات تتبنى مواد ثنائية الأبعاد".

السيارات ذاتية القيادة تتعلم قراءة لغة الجسد في الشارع

شارع ذو أربعة مسارات يضيق إلى مسارين ليضم عمال يصلحون حفرة كبيرة. أحد العمال يحمل علامة توقف في يده اليسرى بينما يلوح للسيارات بيده اليمنى. السائقون البشريون لا يفكرون مرتين فيما إذا كانوا سيتبعون الإيماءات أو الإشارة هم يتحركون للأمام بسلاسة دون توقف .

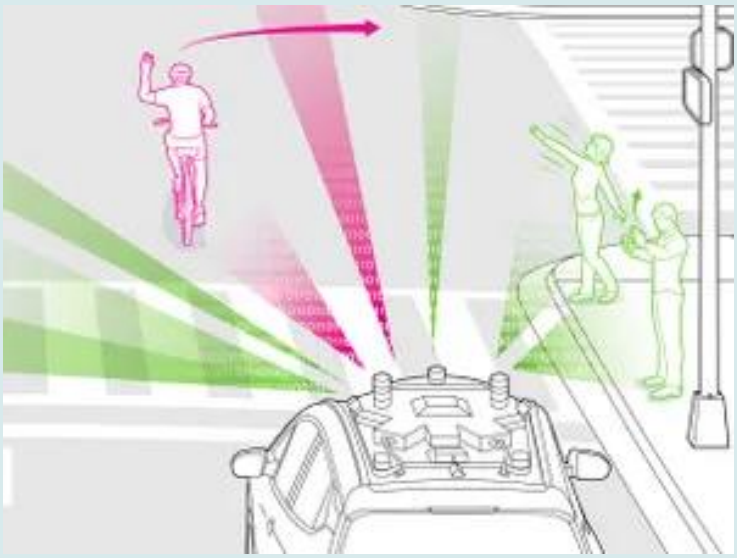
غير أنّ هذا الوضع من المرجح أن يوقف سيارة ذاتية قيادة في مسارها . من الممكن أن تفهم علامة التوقف وكيفية رد الفعل ، لكن تلك إيماءة اليدوية ؟ هذا أكثر تعقيداً.

والسائقون الإنسان والكمبيوتر يواجهون هذه أوضاع يوميا وما هو أكثر تعقيدا التي تكون فيها قراءة لغة الجسد هي المفتاح. لنتخيل زاوية شارع وعابر طريق، مستعد للعبور مع الضوء الأخضر ، يتوقف للتحقق من هاتفه ويلوح لسيارة المنعطفة يمينا لتتقدم للأمام. وعابر آخر يرفع يده ليلوح لصديق يعبر الطريق ولكنه يستمر في التحرك يمكن للسائق البشري فك شفرة هذه الإيماءات بلمحة.

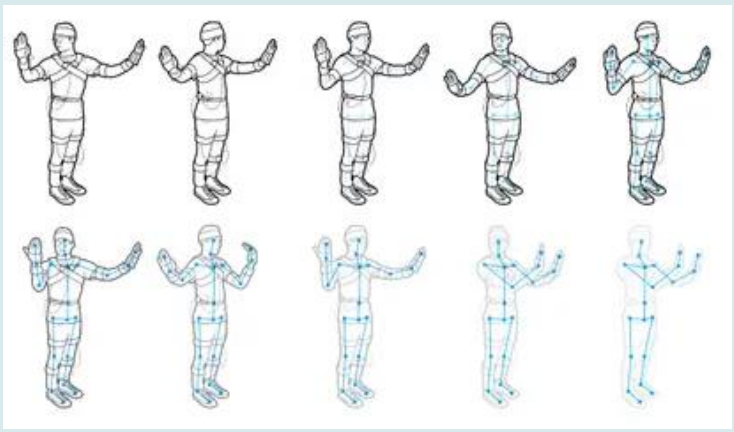
معالجة هذه التحديات بأمان وسلاسة، وبدون تعطيل حركة المرور ، تتطلب المركبات ذاتية القيادة أن تفهم حركات اليد المعتادة المستخدمة لتوجيه السائقين البشر من خلال حالات غير متوقعة، إلى جانب الإيماءات واللغة الجسدية للمشاة الذين يقومون بأعمالهم. هذه إشارات يتفاعل معها البشر دون تفكير كبير ، لكنها تمثل تحديا لنظام كمبيوتر لا يزال يتعلم عن العالم من حوله.

يعمل مطورو المركبات ذاتية القيادة في جميع أنحاء العالم لعدة سنوات لتعليم السيارات ذاتية القيادة فهم بعض الإيماءات اليدوية الأساسية على الأقل، التركيز في البداية على الإشارات الصادرة عن سائقي الدراجات الهوائية.

بشكل عام ، يعتمد المطورون على تعلم الآلة لتحسين قدرات المركبات على تحديد مواقف العالم الحقيقي وفهم كيفية التعامل معها.



رسوم: كريس فيلبوت - CHRIS PHILPOT



رسوم: كريس فيلبوت - CHRIS PHILPOT

في شركة كروز (Cruise) نجمع تلك البيانات من أسطولنا المكون من أكثر من 200 سيارة ذاتية القيادة. وكانت هذه المركبات تسجل مئات الآلاف من الأميال كل عام طيلة الأعوام السبعة الماضية ؛ قبل أن ينتشر الوباء ، كانوا على الطريق على مدار الساعة ، وأخذوا فترات راحة فقط لإعادة شحن (سياراتنا كهربائية بالكامل) وللصيانة المنتظمة.

سياراتنا تتعلم بسرعة لأنها تسير في الشوارع شديدة التلال في سان فرانسيسكو ، واحدة من أعقد بيئات القيادة في الولايات المتحدة.

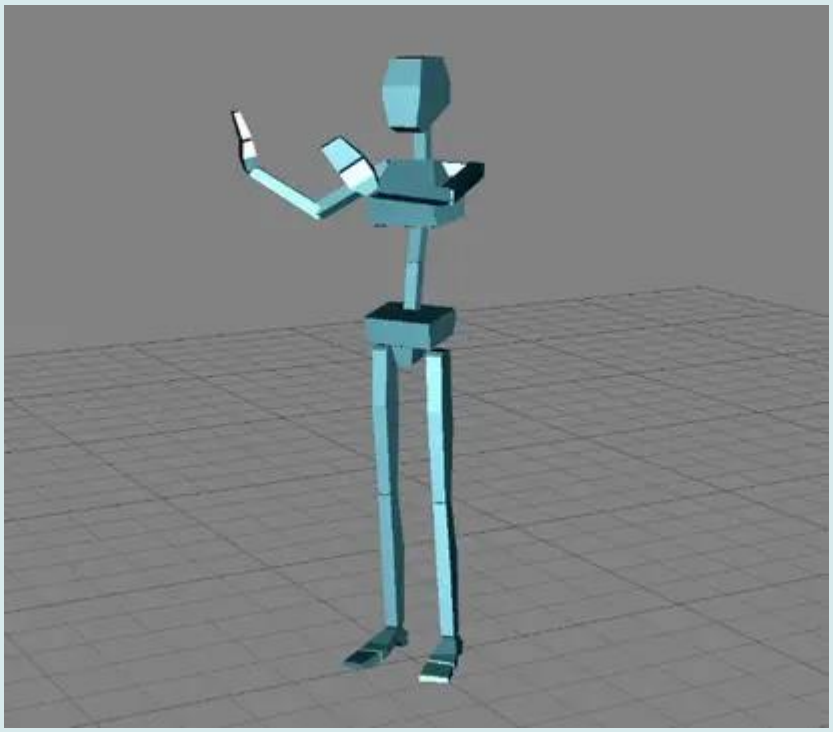
لكننا أدركنا أن نماذج التعلم الآلي لدينا لا تحتوي دائما على بيانات تدريب كافية لأن سياراتنا لا تواجه إيماءات مهمة في العالم الحقيقي في كثير من الأحيان بما فيه الكفاية. تحتاج سياراتنا إلى التعرف على كل من هذه المواقف من زوايا ومسافات مختلفة وتحت ظروف الإضاءة المختلفة وهو مزيج من القيود التي تنتج عددا كبيرا من الاحتمالات. سيستغرق الأمر منا سنوات للحصول على معلومات كافية عن هذه الأحداث إذا اعتمدنا فقط على تجارب العالم الحقيقي لسياراتنا.

لقد وجدنا في كروز حلا مبدعا لفجوة البيانات: التقاط الحركة أو الموكاب (mocap) للإيماءات البشرية ، وهي تقنية يستخدمها مطورو الألعاب لإنشاء شخصيات. وقد قامت كروز بتوظيف مطوري اللعبة - بما في ذلك أنا - للخبرة في محاكاة عوالم مفصلة، والبعض منا أخذ على التحدي المتمثل في التقاط البيانات لاستخدامها في تعليم سياراتنا لفهم الإيماءات.

أولا، شرع فريق جمع البيانات لدينا في بناء قائمة شاملة بالطرق التي يستخدم بها الناس أجسادهم للتفاعل مع العالم ومع الآخرين، على سبيل المثال عندما يوقف سيارة أجرة أو يتحدث على الهاتف أثناء المشي أو يخطو إلى الشارع لتفادي بناء الرصيف. بدأنا بحركات قد تسيء فهمها مركبة ذاتية القيادة كأمر يعني لنفسها - على سبيل المثال مشاة يلوحون لصديق. ثم انتقلنا إلى إيماءات أخرى تم إجراؤها على مقربة من السيارة ولكن لم يتم توجيهها إليها مثل حراس وقوف السيارات وهم يلوحون بالسيارات في الممر المجاور للسيارة في مرآب وعمال البناء يحملون لافتة تطلب من السيارات التوقف مؤقتا.

في نهاية المطاف ، توصلنا إلى قائمة أولية من خمس رسائل رئيسية يتم توصيلها باستخدام الإيماءات: توقف ، اذهب ، انعطف يسارا ، انعطف يمينا ، وما نسميه " لا " أي الحركات الشائعة غير ذات الصلة بسيارة مارة ، مثل تصوير صورة شخصية أو إزالة حقيبة ظهر. استخدمنا الأشكال الأمريكية المقبولة عموما لهذه الإيماءات ، على افتراض أن السيارات ستقود على اليمين ، لأننا نختبر في سان فرانسيسكو.

و ابدأ.... واستخدمت كروز البيانات المستمدة من نظام التقاط الحركة لتوليد شكل العصي الصورة السفلى والرسوم المتحركة لعامل الطرق الصورة العليا كجزء من جهد لتعليم المركبات الذاتية التعرف على الإيماءات البشرية.



بالطبع ، الإيماءات التي يستخدمها الناس لإرسال هذه الرسائل ليست موحدة ، لذلك عرفنا منذ البداية أن مجموعة بياناتنا يجب أن تحتوي على أكثر من خمسة أمثلة. كم عددهم، لم نكن متأكدين.

يتطلب إنشاء مجموعة البيانات هذه استخدام تقنية التقاط الحركة. هناك نوعان من أنظمة الموكاب mo-cap البصرية وغير البصرية. تستخدم النسخة البصرية من الموكاب mo-cap الكاميرات الموزعة على هيكل كبير يشبه شبكة تحيط بمنصة؛ يمكن استخدام بث الفيديو من هذه الكاميرات لتثليث مواضع ثلاثية الأبعاد للعلامات المرئية على بدلة لكامل الجسم يرتديها الممثل. هناك العديد من الاختلافات في هذا النظام التي يمكن أن تنتج لقطات مفصلة للغاية ، بما في ذلك تعبيرات الوجه. هذا هو النوع الذي يسمح لممثلي الأفلام بتصوير شخصيات غير بشرية ، كما هو الحال في فيلم Avatar لعام 2009 ، ويتيح لصناعة الألعاب تسجيل حركات الرياضيين لتطوير ألعاب الفيديو ذات الطابع الرياضي.

ومع ذلك يجب إجراء التقاط الحركة البصرية في إعداد استوديو مع إعداد كاميرا متعددة معقدة. لذلك اختار كروز نسخة غير بصرية المستندة إلى أجهزة الاستشعار من التقاط الحركة بدلا من ذلك. هذه التكنولوجيا التي تعتمد على الأنظمة الكهروميكانيكية الدقيقة (MEMS) محمولة ولاسلكية ولا تتطلب مساحة استوديو مخصصة. وهذا يعطينا الكثير من المرونة ويسمح لنا لإخراجه من الاستوديو وإلى مواقع في العالم الحقيقي.

كل رزمة تحتوي على 19 حزمة استشعار مربوطة في نقاط رئيسية من الجسم، بما في ذلك الرأس والصدر وكل ورك والكتف والذراع العلوي والذراع الأمامي والساق. كل حزمة حوالي حجم الدولار الفضي ويحتوي على مقياس التسارع وجيروسكوب و مقياس المجالات المغناطيسية. هذه كلها موصولة بحزام يحتوي على حزمة بطاريات وناقل التحكم وراديو Wi-Fi. تتدفق بيانات الاستشعار لاسلكيا إلى حاسوب محمول يعمل ببرمجيات مخصصة، مما يتيح لمهندسينا رؤية وتقييم البيانات في الوقت الحقيقي.

قمنا بتجنيد خمسة متطوعين بخصائص جسم مختلفة بما في ذلك الاختلافات في الطول والوزن والجنس من فريق هندسة كروز كان عليهم ارتداء البدلات ونقلهم إلى أماكن خالية نسبيا من التداخل الإلكتروني. بدأ كل ممثل مهندس بافتراض وضع T (يقف مستقيماً مع الساقين معا والذراعين إلى الجانب) لمعايرة نظام موكاب mo-cap. من هناك قام الممثل بإيماءة واحدة تلو الأخرى والانتقال من خلال قائمة الإيماءات التي أنشأها فريقنا من بياناتنا في العالم الحقيقي. على مدار سبعة أيام، كان لدينا هؤلاء الممثلين الخمسة يديرون هذه الإيماءة مرارا وتكرارا، باستخدام كل يد على حدة وفي بعض الحالات معا. كما طلبنا من الممثلين لدينا التعبير عن شدة مختلفة. على سبيل المثال ستكون الكثافة عالية تشير إلى توقف عاجل لسيارة تقود بسرعة كبيرة في منطقة البناء. ستكون الكثافة أقل بالنسبة للحركة التي تشير إلى أن السيارة يجب أن تبطئ وتتوقف تدريجيا. انتهى بنا المطاف بـ 239 مقطعًا من ثلاثين ثانية.

ثم أعد مهندسونا البيانات ليتم إدخالها في نماذج التعلم الآلي. أولا تحققت من أن جميع الإيماءات سُجلت بشكل صحيح دون ضوضاء إضافية وأنّ أي أجهزة استشعار مدورة بشكل غير صحيح لم تقدم بيانات سيئة. ثمَّ قام المهندسون بتشغيل كل تسلسل إيماءة من خلال البرمجيات التي حددت الموقع المشترك والتوجه لكل إطار في التسلسل. نظرا لأن هذه المواضع تم التقاطها في الأصل بثلاثة أبعاد، يمكن للبرنامج حساب منظور ثنائي الأبعاد متعدد لكل تسلسل؛ سمحت لنا هذه القدرة بتوسيع إيماءاتنا التي تم تعيينها عن طريق تدوير النقاط بشكل تدريجي لمحاكاة 10 وجهات نظر المختلفة. لقد أنشأنا المزيد من الاختلافات عن طريق إسقاط نقاط مختلفة من الجسم بشكل عشوائي لمحاكاة سيناريوهات العالم الحقيقي التي يخفي فيها شيء ما تلك النقاط عن الأنظار ومرة أخرى تناوب النقاط المتبقية بشكل تدريجي لإنشاء زوايا مشاهدة مختلفة.

إلى جانب إعطائنا مجموعة واسعة من الإيماءات التي يؤديها أشخاص مختلفون وينظر إليها من وجهات نظر مختلفة، قدم لنا التقاط الحركة أيضا بيانات نظيفة بشكل ملحوظ: الهيكل العظمي للوضع البشري ثابت بغض النظر عن نمط أو لون الملابس أو ظروف الإضاءة. تتيح لنا هذه البيانات النظيفة تدريب نظام التعلم الآلي لدينا بشكل أكثر كفاءة.

بمجرد تدريب سياراتنا على بياناتنا الملتقطة بالحركة، ستكون مجهزة بشكل أفضل للتنقل في السيناريوهات المختلفة التي تقدمها قيادة المدينة. إحدى هذه الحالات هي بناء الطرق. لدى سان فرانسيسكو دائما عدد كبير من مشاريع البناء الجارية مما يعني أن سياراتنا تواجه العمال الذين يوجّهون حركة المرور في كثير من الأحيان. باستخدام نظام التعرف على الإيماءات، ستكون سياراتنا قادرة على المناورة بأمان حول العديد من العمال مع فهم إيماءات اليد الخاصة بهم.

ولنأخذ، على سبيل المثال حالة يقوم فيها ثلاثة من عمال الطرق بسد الطريق الذي كانت تخطط سيارة ذاتية القيادة لاتخاذه. ويقوم أحد العمال بتوجيه حركة المرور ويقوم الاثنان الآخران بتقييم الأضرار التي لحقت بالطرق. إن العامل الذي يوجه حركة المرور يحمل علامة في يد واحدة لديه ثمانية جوانب مثل علامة التوقف ولكن تقرأ "ببطء". واليد الأخرى تشير لحركة المرور لتقدم للأمام. ولعبور التقاطع بأمان ستتعرف مركبتنا الذاتية القيادة على الشخص كشخص يتحكم في حركة المرور. السيارة سوف تفسر بشكل صحيح إيماءاته على أنها يجب أن تتحول إلى الممر الآخر والمضي قدما وتجاهل السيارة التي تتوقف عند الجانب الآخر من التقاطع ولكن يبدو أن لها حق الطريق.

في موقف آخر ستدرك مركباتنا أن شخص ما يدخل تقاطع ويتجاهل لافتة "لا تمشي" وهي في الواقع توجه حركة المرور وليس عابر طريق مخالفا الإشارة الضوئية. السيارة ستلاحظ أن الشخص يواجهها بدلا من إظهار جانبه ، كما يفعل شخص يستعد لعبور الشارع. وستلاحظ أن أحد ذراعي الشخص في الأعلى والأخرى تتحرك بحيث تشير إلى المركبة للعبور. وهذه ستسجل تأكيدا لسلوك. كل هذه الأشياء معا تمكن سيارتنا لفهم أنها يمكن أن تستمر في المضي قدما على الرغم من أنها ترى شخص ما في التقاطع.

تدريب سياراتنا الذاتية القيادة لفهم الإيماءات ليست سوى البداية. يجب أن تكون هذه الأنظمة قادرة على كشف أكثر من مجرد الحركات الأساسية للشخص. نحن مستمرون في اختبار نظام التعرف على الإيماءات باستخدام الفيديو الذي جمعته مركبات الاختبار الخاصة بنا أثناء التنقل في العالم الحقيقي. وفي الوقت نفسه بدأنا تدريب أنظمتنا لفهم سلوكيات انسان يحمل شيء أو يدفع شيء مثل الدراجة. وهذا مهم لأن الإنسان الذي يدفع الدراجة عادة ما يتصرف بشكل مختلف عن الإنسان الذي يركب الدراجة.

كما أننا نخطط لتوسيع مجموعة البيانات لمساعدة سياراتنا على فهم إيماءات راكبي الدراجات بشكل أفضل على سبيل المثال اشارة يد يسرى إلى الأعلى مع زاوية 90 درجة عند الكوع تعني أن الدراج سيتحول إلى اليمين؛ ذراع اليمنى تشير مباشرة إلى الخارج تعني نفس الشيء. سياراتنا تتعرف بالفعل على راكبي الدراجات وتبطئ تلقائيا لإفساح المجال لهم. ومع ذلك، فإن معرفة ما تعنيه إيماءاتهم ستسمح لسياراتنا بالتأكد من أنها تعطي راكبي الدراجات مساحة كافية لأداء مناورة إشارة دون التوقف تماما وخلق ازدحام مروري غير ضروري. (سياراتنا لا تزال تبحث عن منعطفات غير متوقعة من راكبي الدراجات الذين لا يشيرون إلى نيتهم بطبيعة الحال.)

السيارات ذاتية القيادة ستغير الطريقة التي نعيش بها حياتنا في السنوات القادمة. وقد أخذنا التعلم الآلي شوطًا طويلًا في هذا التطور. ولكن الاستخدام الإبداعي لتقنيات مثل التقاط الحركة سيسمح لنا بتعليم أسطولنا ذاتي القيادة بسرعة أكبر للتعايش بشكل أفضل في المدن - وجعل طرقنا أكثر أمانا للجميع.

جميع الحقوق محفوظة لمجلة دارة الفرع الطلابي IEEE
جامعة طرابلس - ليبيا
2021