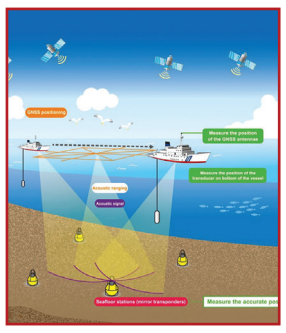
با توسعه فناوری‌های نوظهوری چون هوش مصنوعی، محققان امیدوارند در آینده‌ای نزدیک بتوانند وقوع زمین‌لرزه‌ها را با دقت بالایی پیش‌بینی کنند

تحمل زلزله با فناوری آسان می‌شود؟

ندا اظهری
مترجم

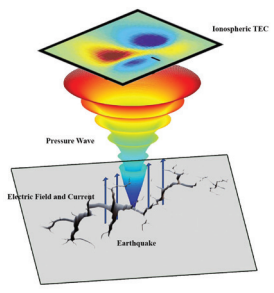
زمین‌لرزه‌های ویرانگر در هر زمانی بدون اطلاع قبلی و کاملا ناگهانی ممکن است رخ دهند. آیا می‌دانستید روزانه در دنیا به طور تقریبی ۸۰۰۰ زمین‌لرزه به وقوع می‌پیوندد؟ اغلب این زلزله‌ها هم بر اثر تغییر و جابه‌جایی پوسته زمین و گاهی هم به دنبال استخراج معادن، استخراج گاز، استخراج آب‌های زیرزمینی، انفجارهای هسته‌ای، فوران‌های آتشفشانی و حتی شهاب‌سنگ‌ها ایجاد می‌شوند. در حالی که پیشرفت در فناوری‌هایی چون هوش مصنوعی، فناوری حسگرها و غیره می‌توانند در درک و پیش‌بینی بهتر زمین‌لرزه‌ها کمک کنند. به‌رغم اینکه دانشمندان مدعی شده‌اند فناوری‌ها و ابزارهای دقیقی برای پیش‌بینی زمین‌لرزه‌ها ابداع کرده‌اند اما هنوز هم در بسیاری از کشورهای دنیا از این قابلیت‌ها استفاده نمی‌شود. در سال‌های اخیر، فناوری‌های جدیدی مانند زیرساخت‌های هوشمند، سیستم‌های هشدار اولیه و نوآوری‌های مدیریت بلایای طبیعی ظهور کرده‌اند که هدف آنها کمک به جوامع برای آماده‌سازی بهتر برای زلزله، بهبود عملیات جست‌وجو و نجات و اطمینان از تلفات جانی است. با کمک این فناوری‌ها، خدمات و زیان‌های اقتصادی به حداقل می‌رسد و شمار فوتی‌های حوادث کاهش یافته و مصدومان نیز شانس بیشتری برای زنده ماندن پیدا خواهند کرد.

ترکیب فناوری موقعیت‌یابی ماهواره‌ای و صوتی



محققان دانشگاه توکیو فناوری موسوم به GNSS-A را ابداع کرده‌اند که در آن از ترکیب فناوری موقعیت‌یابی ماهواره‌ای (GNSS) و فناوری موقعیت‌یابی صوتی (A) برای ایجاد مشاهدات دقیق از موقعیت بستر دریا استفاده می‌کنند. این امر کمک قابل توجهی به زلزله‌شناسی و پیشگیری از بلایای طبیعی زلزله کرده است. آنها روی مشاهدات رویدادهای به اصطلاح «آهسته لغزش» متمرکز هستند که در آن، تغییر شکل آهسته پوسته در مرز صفحه ایجاد شده و محققان برنامه‌هایی برای توسعه توانایی نظارت مداوم بر وضعیت مرزهای صفحه‌های زمین دارند. همچنین پتانسیل مشاهده پدیده‌های اقیانوسی در مقیاس نسبتا کوچک، تا کیلومترها نیز وجود دارد. زمین‌لرزه‌های بین صفحه‌ای به دنبال کمبود لغزش انباشته بین صفحه‌ای رخ می‌دهند، بنابراین تصور می‌شود این زلزله‌های تاریخی در مرز بین صفحه‌ای با نرخ کسری لغزش بالا (SDR) ایجاد می‌شوند. معمولا کسری لغزش بر این اساس انجام می‌شود که اگر گسل قفل نشده باشد، چقدر لغزش از آخرین زلزله بزرگ رخ می‌دهد. این کار با تعیین سرعت حرکت صفحه‌های تکتونیکی محلی یا نشانگرهای قدیمی انجام می‌شود. از این رو، درک توزیع SDR در منطقه کلیدی برای پیش‌بینی مقیاس زلزله‌ها و سونامی‌های آینده اهمیت دارد. محققان در حالی نقشه‌برداری از SDR را انجام داده‌اند که شبکه رصدی به مناطق خشکی محدود شده و از این رو، تصویر کاملی را برای بستر دریافت نکرده است.

الگوریتم‌های یادگیری ماشینی در بررسی الکترون‌های جو زمین



محققان دانشکده فیزیک دانشگاه آریل رژیم صهیونیستی به تازگی خبر از پیشرفت‌های قابل توجه در توسعه فناوری پیش‌بینی زمین‌لرزه‌ها داده‌اند. این تیم تحقیقاتی با مطالعه میزان الکترون موجود در لایه یونوسفر جو که لایه‌ای از ذرات باردار در جو بالایی کره زمین است، از الگوریتم‌های یادگیری ماشینی و هوش مصنوعی برای یافتن پیش‌سازهای زمین‌لرزه‌ها استفاده می‌کنند. این محققان از «ماشین بردار پشتیبانی» (SVM)، به عنوان یک الگوریتم یادگیری ماشینی نظارت‌شده، استفاده کردند که اغلب در بیوانفورماتیک (زیست داده‌ورزی)، طبقه‌بندی متن و طبقه‌بندی تصویر استفاده می‌شود. زمانی که محققان، سیستم SVM را با کل محتوای الکترون لایه یونوسفر GPS ترکیب کردند، متوجه شدند که می‌توان از این الکترون‌ها برای پیش‌بینی پیش‌سازهای زمین‌لرزه‌های بزرگ با دقت بالای ۸۳ درصد استفاده کرد. نتایج مشاهدات و مدل‌سازی‌ها و قابلیت تشخیص، علائم زمین‌لرزه و سونامی ایجادشده در یونوسفر به دلیل امواج صوتی و گرانشی را تایید کرده‌اند. در حالی که این روش هنوز یک روش بی‌خطر برای پیش‌بینی زمین‌لرزه به شمار نمی‌رود، اما گامی امیدوارکننده در تلاش برای درک بهتر و پیش‌بینی دقیق‌تر فعالیت‌های لرزه‌ای محسوب می‌شود.

سیستم حسگر مدولار در پهپادها و نجات مدفون‌شده‌های زیر آوار

با بروز بلایای طبیعی چون زلزله، معمولا زمان زیادی برای یافتن افراد مدفون‌شده در زیر آوار نیاز است تا بتوان آنها را پیدا کرد و از زیر آوار بیرون آورد.
گروهی از دانشمندان بین‌المللی در دانشگاه کلن آلمان برای دستیابی سریع‌تر و دسترسی دقیق‌تر به موقعیت افراد گیرافتاده، روی پروژه‌ای تحقیقاتی موسوم به «سیستم‌های محلی‌سازی افراد مدفون در ساختمان‌های فروریخته» (SORTIE) فعالیت کرده و موفق به تولید سیستم حسگر مدولار برای پهپادها شده‌اند.
آنها چهار بسته حسگر را ابداع کرده‌اند که به پهپاد متصل می‌شود. از جمله این حسگرها می‌توان به بسته تجزیه و تحلیل ساختار آوار برای ارزیابی پایداری آوار، بسته ارزیابی لیزری گاز برای تشخیص از راه دور ترکیبات انفجاری هوای زیر آوار، بسته رادار زیستی به منظور تشخیص حرکات تنفسی قربانیان دفن‌شده زیر آوار، و بسته شناسایی موقعیت تلفن همراه اشاره کرد.
به دلیل ناپایدار بودن آوار بعد از زلزله، شناسایی مناطق پرخطر و ایمن در زمان جست‌وجو برای افراد گیرافتاده زیر آوار از اهمیت بالایی برخوردار است. تجزیه و تحلیل هوایی به واسطه پهپادها می‌تواند اطلاعات مفیدی را در اختیار محققان قرار دهد.

موش‌های کوله به دوش در جست‌وجوی بازماندگان زلزله

سازمان غیرانتفاعی بلژیکی APOPO کوله‌پشتی‌های کوچک مجهز به فناوری‌های پیشرفته را برای موش‌ها ابداع کرده‌اند که به تیم‌های جست‌وجو و نجات کمک می‌کند تا بازماندگان زلزله را در مناطق حادثه‌دیده شناسایی کنند. حس بویایی عالی و جثه کوچکی که این جوندگان دارند، آنها را به ابزاری ایده‌آل برای یافتن وسایل یا افراد گیرافتاده در فضاهای کوچک و تنگ تبدیل کرده است که ابزارهای مختلف و بزرگ جست‌وجو قادر به مانور در چنین فضاهایی نیستند. موش‌ها معمولا کنجکاو هستند و همین قابلیت، در عملیات جستجو و نجات می‌تواند به کار محققان بیاید. این موجودات کوچک، در مناطق شبیه‌سازی‌شده فاجعه، برای یافتن بازماندگان آموزش می‌بینند. آنها در ابتدا یاد می‌گیرند که چگونه هدف موردنظر را در یک اتاق خالی پیدا کنند. هنگامی که موش، هدف را شناسایی می‌کند، کلیدی را که روی جلیقه تعبیه شده، فشار می‌دهد و با این کار، جلیقه شروع به بوق زدن می‌کند. سپس به قفس خود برمی‌گردد. این کوله‌پشتی کوچک مجهز به فناوری پیشرفته، از یک محفظه پلاستیکی پرینت سه‌بعدی ساخته شده که میکروفونی دوطرفه، یک فرستنده موقعیت مکانی و یک دوربین فیلمبرداری داخل آن کار گذاشته شده تا فیلم زنده را به لپ‌تاپ ارسال کند. نسخه‌ای از این فیلم روی کارت حافظه نیز ذخیره می‌شود. این محفظه درون جلیقه‌ای از جنس پلیمری مقاوم قرار می‌گیرد و به موش وصل می‌شود.

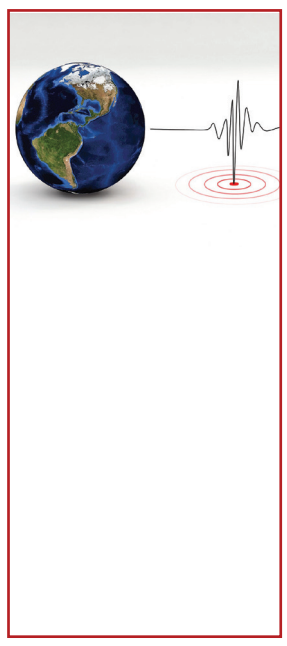
ربات چهارپا با دوربین چندطیفی برای شناسایی مکان قربانیان

نه‌تنها پهپادها و جوندگان، بلکه ربات‌های چهارپا نیز برای کمک به مکان‌یابی قربانیان زلزله قابلیت استفاده دارند.
گروهی از محققان دانشگاه پلی‌تکنیک مادرید، یک ربات چهارپای مستقل ساخته‌اند که از هوش مصنوعی و یک دوربین چندطیفی برای جست‌وجوی قربانیان بلایای طبیعی مانند زلزله استفاده می‌کند. این ربات از راه دور کنترل شده و قادر است در مناطق مختلف و خطرناک و غیرقابل‌دسترسی مانند ساختمان‌های فروریخته مستقر شود.
محققان، چند شبکه عصبی را برای شناسایی جثه انسان در زیر آوار مانند دست، سر یا نیم‌تنه آموزش دادند و سپس تکنیک خود را با چند سیستم قبلی مقایسه کردند. در سیستم‌های قبلی که برای شناسایی مصدومان زیر آوار مورد استفاده قرار می‌گرفتند، معمولا از تصویربرداری مادون قرمز یا قرمز-سبز-آبی برای مکان‌یابی قربانیان استفاده می‌شود. محققان اعلام کردند که در سیستم چندطیفی جدید که از پنج طول موج نورهای مرئی آبی، سبز، قرمز، نور لبه قرمز و نور نزدیک به مادون قرمز استفاده می‌شود، در یافتن مصدومان در فضاهای داخلی و خارجی، تطبیق‌پذیری بیشتری دارد و با دقت بالاتری می‌توان مصدومان را شناسایی کرد.

فناوری فضایی و پیش‌بینی زلزله

سال‌هاست محققان در کنار فعالیت‌های مخابراتی، به منظور بررسی و کنترل وضعیت کره زمین، ماهواره‌هایی را در جو زمین قرار داده‌اند تا اطلاعات مهمی را در اختیار آنها قرار دهند. به طورکلی، ماهواره‌ها به چند روش زمین‌لرزه‌ها را پیش‌بینی می‌کنند؛ یکی از شیوه‌های پیش‌بینی زمین‌لرزه‌ها، بررسی تغییرات ایجادشده در سطح زمین است. در این روش، ماهواره‌ها قادرند تغییرات ناچیز ایجادشده در سطح زمین را نیز با استفاده از فناوری‌هایی چون «تداخل‌سنجی» شناسایی کنند. دانشمندان با کنترل حرکات زمین قادرند مناطقی را شناسایی کنند که تنش ایجادشده می‌تواند پیش‌بینی‌کننده وقوع زمین‌لرزه باشد.
یکی دیگر از این روش‌ها، سنجش تغییرات ایجادشده در لایه جوی یونوسفر است. شماری از زمین‌لرزه‌ها هم به دلیل تغییرات ایجادشده در این لایه از جو رخ می‌دهند. ماهواره‌ها قادرند این تغییرات را اندازه‌گیری کرده و اطلاعات دقیقی را برای شناسایی فعالیت لرزه‌ای زمین در اختیار دانشمندان قرار دهند.
از دیگر روش‌هایی که ماهواره‌ها می‌توانند مفید باشند، بررسی تغییرات ایجادشده در میدان مغناطیسی است. همانطور که زمین‌لرزه‌ها می‌توانند تغییراتی را در لایه یونوسفر ایجاد کنند، قادرند میدان مغناطیسی زمین را هم تحت‌تاثیر قرار دهند. ماهواره‌های مجهز به مغناطیس‌سنج می‌توانند این تغییرات را تشخیص داده و ابزار دیگری برای پیش‌بینی وقوع زلزله به شمار روند.
نظارت بر فعالیت‌های آتشفشانی از دیگر کارهایی است که ماهواره‌ها می‌توانند انجام دهند. ماهواره‌ها قادرند آتشفشان‌ها را کنترل کرده و تغییرات ایجادشده در فعالیت آنها را شناسایی و ثبت کنند که همین اطلاعات می‌تواند شاخصی برای احتمال بروز زمین‌لرزه‌ها باشد. محققان به تازگی از همین فرآیند برای ایجاد نوعی سیستم جهانی کنترل آتشفشان‌ها استفاده کرده‌اند. به طورکلی، با ترکیب داده‌های به‌دست‌آمده از ماهواره‌ها با اطلاعات ایستگاه‌های کنترل زمینی، زلزله‌شناسان می‌توانند تصویر کامل‌تری از فعالیت‌های لرزه‌ای ایجاد کرده و توانایی خود را برای پیش‌بینی زلزله‌ها بهبود بخشند.

مکان‌یابی کانون‌های زلزله با هوش مصنوعی



در حالی که تکان‌های زمین‌لرزه‌های اولیه اغلب شدیدترین و خطرناک‌ترین تکان‌ها هستند، گاهی پس‌لرزه‌ها هم می‌توانند ویرانی‌های زیادی را به همراه داشته باشند و آسیب‌های جدی‌تری نسبت به لرزه‌های اولیه ایجاد کنند.
برای پیش‌بینی دقیق پس‌لرزه‌ها، مکان‌یابی مرکز زلزله از اهمیت بالایی برخوردار است که اغلب توسط زلزله‌شناسان انجام می‌شود. این فرآیند نه‌تنها زمانبر است، بلکه به تعداد قابل توجهی از نفرات نیاز دارد و تحت‌تاثیر یافته‌های زلزله‌شناسان قرار می‌گیرد.
در حال حاضر شبکه عصبی برای نخستین بار نشان داده است که می‌تواند سهم قابل توجهی در دقت شناسایی کانون زلزله ایفا کند و پیش‌بینی‌های پس‌لرزه‌ها را با دقت بالاتری تشخیص دهد. گروهی از محققان آلمانی «موسسه فناوری کارلسروهه» از شبکه عصبی برای تعیین زمان رسیدن امواج لرزه‌ای استفاده می‌کنند.
هوش مصنوعی با استفاده از داده‌های ۴۱۱ زمین‌لرزه که در شمال شیلی رخ داده بود، محققان را قادر ساخت تا پس‌لرزه‌ها را بسیار دقیق‌تر از الگوریتم‌های قبلی پیش‌بینی کنند. پیش‌بینی‌های شبکه عصبی نیز با دقت زلزله‌شناسان در تعیین زمان رسیدن امواج لرزه‌ای مطابقت داشت.
یکی از متخصصان مؤسسه ژئوفیزیک این موسسه معتقد است که هوش مصنوعی می‌تواند به طور قابل توجهی تجزیه و تحلیل زلزله را نه‌تنها با پشتیبانی از حجم داده‌های بزرگ، بلکه تنها با یک مجموعه داده محدود، بهبود بخشد.

سه‌شنبه ۵ دی ۱۴۰۲
شماره ۴۰۴۱
WWW.FDN.IR
FARHIKHTEGANDAILY