

IA ajuda a prever eventos climáticos extremos

O sistema pode calcular cenários úteis para o planejamento de infraestruturas energéticas resilientes. Os pesquisadores ressaltam que método complementa, mas não substitui a previsão operacional e a simulação baseada em princípios físicos

» RAFAELA LEITE

Pesquisadores do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), nos Estados Unidos, desenvolveram um algoritmo de aprendizado de máquina capaz de simular eventos climáticos extremos que ainda não foram registrados. Para isso, o sistema de inteligência artificial (IA) foi treinado com dados de precipitação coletados no país ao longo de 25 anos. As informações, obtidas a cada hora, foram organizadas em mapas diários que representam a distribuição da chuva pelo território.

Segundo o estudo publicado na revista *Nature Communications*, a tecnologia pode auxiliar cidades a avaliar a resistência de estruturas e aperfeiçoar estratégias de prevenção e resposta. Batizado pelos cientistas de Aprendizado Sensível a Eventos Extremos, o modelo estima parâmetros como intensidade, duração, extensão territorial e frequência de fenômenos que podem ultrapassar os níveis já observados. A partir desses padrões, a IA é capaz de produzir cenários de condições severas que não constam no histórico.

Dessa forma, a ferramenta possibilita que governos, empresas e organizações da sociedade civil antecipem como infraestruturas e serviços essenciais reagiriam a situações pouco frequentes ou até mesmo, raras. Uma rede elétrica, por exemplo, poderia ser submetida virtualmente a uma onda de calor recorde para revelar pontos de vulnerabilidade. Sistemas de drenagem poderiam ser avaliados diante de volumes de chuva superiores aos registrados anteriormente, diz a pesquisa.

Abordagens

De acordo com o engenheiro Kai Chang, integrante do Centro de Ciência e Engenharia Computacional da instituição e coautor do estudo, um algoritmo é um conjunto de regras passo a passo para transformar entradas em saídas. “Em aprendizado de máquina, um algoritmo específica como um modelo aprende padrões a partir de dados e os utiliza para fazer previsões ou gerar cenários.”

Segundo o especialista, um sistema algorítmico reúne dados, cálculos matemáticos, um objetivo de treinamento e capacidade computacional. Foi a partir dessa combinação que a equipe desenvolveu a ferramenta. Durante o treinamento, o modelo ajusta seus parâmetros para se adequar aos exemplos conhecidos e às restrições estabelecidas pelo grupo de cientistas. “Uma vez treinado, ele mapeia novas entradas — como um mapa meteorológico de baixa resolução — para saídas como mapas detalhados ou possíveis cenários”, explicou Chang ao **Correio**.

Na pesquisa, foram usados 25 anos de registros horários de chuvas nos Estados Unidos para estabelecer os padrões estatísticos. Para ensinar a IA a produzir mapas mais detalhados, os pesquisadores utilizaram seis meses de mapas correspondentes de baixa e alta resolução. É importante ressaltar que, embora

AFP



Nova tecnologia ajudará no teste de resistência de barreiras contra inundações, rotas de evacuação, normas de construção e zonas de contenção de incêndios florestais

Palavra de especialista

Conhecimento estatístico

O aspecto mais interessante dessa pesquisa é mostrar como a inteligência artificial pode ajudar a explorar cenários que praticamente não aparecem nos dados históricos. Em vez de apenas reproduzir padrões já observados, o modelo combina aprendizado de máquina com conhecimento estatístico para gerar eventos extremos plausíveis. Isso abre possibilidades importantes para áreas como planejamento urbano e adaptação climática, porque permite testar, antecipadamente, como infraestruturas podem responder a situações raras e severas. Trabalhos como esse também reforçam a importância de formar profissionais capazes não apenas de utilizar ferramentas de IA,



Arquivo pessoal

mas de compreender seus fundamentos e combiná-los com o conhecimento de diferentes áreas para resolver problemas complexos.

Lucas Emanuel Silva e Oliveira, coordenador da graduação digital em Inteligência Artificial da PUC-PR

a tecnologia consiga gerar situações que não aparecem diretamente nos registros, a IA não cria conhecimento do nada nem prevê eventos futuros exatos”, reforça Chang. Em vez disso, o sistema aprende relações presentes nos dados e utiliza estatísticas sobre extremos para produzir novas possibilidades.

Diferenças

O Aprendizado Sensível a Eventos Extremos, distingue-se dos modelos tradicionais de previsão e avaliação de riscos climáticos em vários aspectos. De acordo com o engenheiro, eles são baseados em dados e aprendem principalmente com eventos

históricos rotulados e podem subestimar eventos fora do intervalo observado.

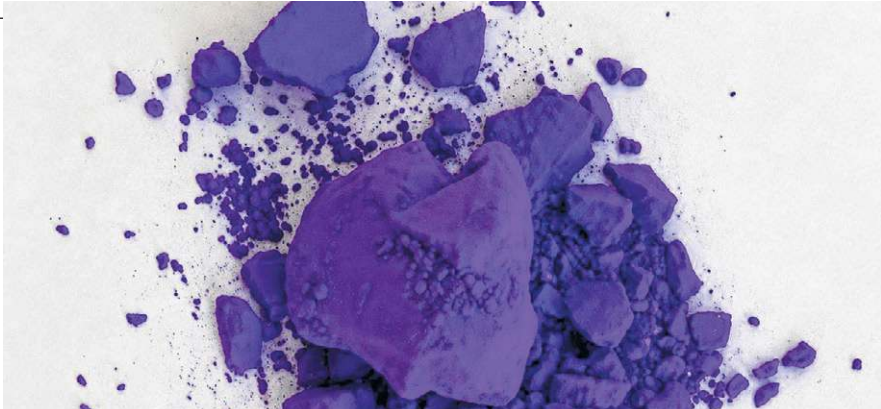
Já os modelos climáticos baseados em física podem explorar novas condições, mas podem ser dispendiosos devido à resolução e ao tamanho da amostra necessários para a análise de eventos raros. Além disso, afirma o engenheiro, os modelos baseados em física fazem suposições para serem formulados inicialmente, o que pode não ser realista. Ou seja, o novo modelo é uma estrutura orientada por dados, em vez de um modelo climático independente.

“Sua característica distintiva é uma restrição explícita na distribuição de um indicador de eventos extremos, implementada com uma métrica sensível a eventos extremos. Isso preserva a estrutura aprendida a partir de dados comuns, ao mesmo tempo que corrige o modelo em direção às estatísticas prescritas para eventos extremos”, explica o especialista.

Ele diz que a ferramenta pode gerar conjuntos de cenários raros plausíveis com uma severidade ou frequência escolhida (uma vez a cada 100 anos, por exemplo). Dessa forma, “as cidades poderiam usá-los para testar a resistência de barreiras contra inundações, sistemas de energia, rotas de evacuação, normas de construção, zonas de contenção de incêndios florestais e planos de emergência em diferentes locais, áreas e intensidades”, afirma.

O autor do trabalho chama atenção para outro ponto de extrema relevância no entendimento da tecnologia. De acordo com o engenheiro, “o método complementa — e não substitui — a previsão operacional e

Universidade de Adelaide



O tecido reflete radiação e reduz temperatura em até 8°C: desafio da física

convencionalmente. Quando colocado sobre uma superfície que simulava a pele humana, provocou uma redução de temperatura de até 8°C. Nas mesmas condições, o algodão-branco chegou a 4,6°C de redução, enquanto o roxo convencional atingiu 2,8°C.

O tecido também apresentou propriedades consideradas importantes para roupas, como leveza, flexibilidade, capacidade de

Para saber mais

Limitações e vantagens

O engenheiro do MIT e coautor do estudo Kai Chang disse ao Correio que a principal limitação da tecnologia é a grande flexibilidade da estrutura. “Em alguns casos, essa flexibilidade pode ser excessiva, no sentido de que os cenários gerados não são coerentes com os princípios bem estabelecidos dos problemas subjacentes.”

Apesar disso, essa limitação também pode ser considerada uma vantagem, explica Chang: “Isso significa que a correspondência das estatísticas de uma medida de severidade não determina a localização, o momento, a duração ou o mecanismo físico exatos de um evento; portanto, o realismo ainda depende exclusivamente dos dados de treinamento e pode não ser suficiente”.

Portanto, de acordo com o pesquisador, antes do uso operacional, espera-se que a estrutura necessite de restrições físicas e de conservação mais rigorosas, extensões multivariadas e temporais, tratamento de estatísticas de cauda incertas ou variáveis, incerteza calibrada, validação específica para cada região e integração com modelos de risco já estabelecidos.

Algo interessante sobre o modelo é que ele também pode revelar que uma região está mais vulnerável a eventos extremos do que indicam os registros históricos, mas “como um alerta baseado em cenários, e não como prova de que um desastre específico ocorrerá”, afirma o engenheiro. Ao gerar eventos espaciais consistentes com uma distribuição mais extrema do que a sugerida por um curto período histórico, o método pode expor situações de estresse ausentes nos registros.

Dessa forma, falhas repetidas nesses cenários poderiam motivar mudanças em padrões de projeto, zoneamento, mapas de inundação, capacidade da infraestrutura, zonas de amortecimento ou planos de contingência, segundo Chang. Ele complementa destacando um ponto primordial na compreensão do modelo, “as decisões devem se basear em múltiplas simulações e suas incertezas, e não em um único mapa gerado”.

a simulação baseada em princípios físicos”. Por fim, o trabalho pode ir além da área climática. A mesma lógica poderia ser usada para estudar acontecimentos extremos em mercados financeiros ou na navegação robótica, dizem os pesquisadores.

***Estagiária sob a supervisão de Marcelo Abreu**

INOVAÇÃO TÊXTIL

A revolução das roupas escuras

Pesquisadores da Universidade de Zhengzhou, na China, e da Universidade de Adelaide, na Austrália, desenvolveram um tecido roxo que consegue refletir a radiação solar e liberar calor para o ambiente. A tecnologia combina estruturas metalorgânicas (MOFs) e nanopartículas de óxido de zinco para superar uma dificuldade dos tecidos de resfriamento radiativo passivo (CRP): manter a capacidade de resfriar mesmo em cores escuras. Nos testes, o material ficou até 6,2°C mais frio que o algodão-roxo convencional e reduziu em até 8°C a temperatura de uma superfície que simulava a pele humana.

De acordo com a pesquisa, publicada na revista *científica Small*, o CRP é uma estratégia de resfriamento que não depende de energia elétrica. Os materiais desenvolvidos com essa finalidade refletem parte da radiação recebida do Sol e liberam o calor acumulado na forma de radiação infravermelha,

uma faixa invisível do espectro eletromagnético associada à transferência de calor. Por refletirem mais luz, tecidos brancos costumam apresentar vantagem nesse processo.

A cor roxa, porém, cria um obstáculo. Ela absorve luz verde, justamente uma das faixas mais intensas da radiação solar. Para contornar o problema, os cientistas incorporaram MOFs a fibras muito finas. Essas estruturas são formadas por metais ligados a moléculas orgânicas e podem ser projetadas para controlar a interação do material com diferentes faixas de luz. Uma das estruturas utilizadas foi a ZIF-67, que contribuiu para produzir a coloração roxa e, ao mesmo tempo, controlar a absorção e a reflexão da radiação, diz o estudo.

Processo e resultados

Os cientistas afirmaram que as MOFs foram incorporadas a fibras de poliuretano

termoplástico, um plástico flexível que pode ser deformado sem perder facilmente sua estrutura. Os pesquisadores acrescentaram ainda nanopartículas de óxido de zinco, que ajudam a refletir a radiação solar e reduzem a energia absorvida pelo tecido. A produção do tecido foi feita por eletrofiliação, técnica que utiliza um campo elétrico para transformar uma solução em filamentos microscópicos. Segundo a pesquisa, o material final refletiu, em média, 87,6% da radiação solar recebida. No infravermelho médio, faixa associada à emissão de calor, a emissividade chegou a 96,4%. Isso significa que o tecido consegue liberar grande parte do calor acumulado em sua superfície.

O funcionamento ocorre, portanto, em duas etapas: o tecido reflete a maior parte da energia que recebe do Sol e, depois, emite para o ambiente o calor que ainda é absorvido. Como o processo é passivo, não depende de baterias ou sistemas de refrigeração. Sob luz solar direta, o material ficou 4,2°C mais frio que o algodão branco comercial e 6,2°C abaixo do algodão roxo tingido

alongamento e passagem de vapor de água, inclusive o produzido pela transpiração. A resistência também foi avaliada. Após 50 ciclos de lavagem, o material manteve a capacidade de resfriamento. Em testes de envelhecimento acelerado, preservou as propriedades ópticas depois de uma exposição à radiação ultravioleta (UV) equivalente a cerca de 108 dias em ambiente externo. **(RL)**