

APLICACION DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN PALEONTOLOGÍA Y MICROPALEONTOLOGÍA

MARIANTO CASTRO MORA

La inteligencia artificial conocida por sus siglas en inglés AI, se define en términos generales, como la capacidad de las máquinas para adquirir y aplicar conocimientos, con la finalidad de llevar a cabo un comportamiento que se asemeja a la inteligencia humana. La inteligencia artificial es ya una realidad y sus aplicaciones están transformando el mundo y ha venido a revolucionar tanto en el ámbito técnico como en múltiples campos. Su aplicación tendrá un impacto significativo en nuestra vida, por ejemplo, agricultura, transporte, salud, ventas, finanzas, asistentes personales y en las oportunidades de crecimiento económico de los países.

La paleontología y la micropaleontología no son la excepción. Se espera que la aplicación de la inteligencia artificial en estas áreas revolucione la forma en que se estudian y analizan los fósiles. Estos modelos permitirán identificar patrones y tendencias en los fósiles de manera más eficiente, lo que facilitará la comprensión de la evolución de la vida en la Tierra.

Su utilización se basa en el uso de algoritmos y modelos de aprendizaje automático para analizar grandes cantidades de datos paleontológicos y geológicos. Los algoritmos de la inteligencia artificial pueden detectar patrones y características en los fósiles y sus asociaciones. La gran cantidad de data y su análisis eficiente permite la detección de patrones que los humanos podrían pasar por alto. El análisis más rápido y eficiente de una gran cantidad de data conduciría resultados con una mayor exactitud en las determinaciones y muy posiblemente, a nuevos descubrimientos en el campo de la paleontología.

Su clara aplicación la podemos tener en los siguientes ejemplos:
Aplicación de redes neuronales para discriminar e identificar huellas de dinosaurios. Entre las huellas de tres dedos de los ornitisquios herbívoros y las de los terópodos carnívoros.



el análisis de métricas de miles de huellas permitió identificar nuevos criterios que permiten la diferenciación con gran exactitud de ornitisquios herbívoros y terópodos carnívoros. Un conjunto de pruebas independientes demostró que la red neuronal superó a los expertos humanos por un amplio margen.

Posteriormente, se utilizó esta red neuronal para clasificar algunos casos difíciles de interpretar como la huella de un gran dinosaurio en Queensland, Australia, que se cree que desencadenó una estampida de dinosaurios.

En Granada, España, una investigación llevada a cabo en el marco del Proyecto ORCE, que trata de desentrañar los secretos que guardan los yacimientos paleontológicos de Orce, en el norte de la provincia de Granada. Usando una extensa base de datos de marcas de dientes de especies carnívoras actuales, Morfometría 3D y AI, se pudo identificar por primera vez marcas de dientes y los organismos que los causaron, en los restos fosilizados de otros animales. Por ejemplo, se ha podido identificar las marcas de una hiena que existió en el Pleistoceno.

Un nuevo enfoque metodológico que emplea AI con morfometría geométrica, desarrollado por la Universidad Complutense de Madrid,

la Universidad de Burgos y el Instituto de Evolución en África ha permitido identificar, con una eficiencia del 100 %, restos fósiles de ratón casero (*Mus musculus domesticus*) y de ratón moruno (*Mus spretus*) datados de hace 2200 años en la Cueva del Estrecho, Villares del Saz, Cuenca, España. La nueva metodología, cuyos resultados coinciden con datos paleobiogeográficos previos, constituye una de las escasas evidencias fiables de que ambas especies se encontraban en la península ibérica hace más de dos mil años.

- Otro aspecto fascinante de la aplicación de AI en la paleontología es su capacidad para identificar relaciones evolutivas entre diferentes especies. Los algoritmos de aprendizaje automático pueden analizar grandes conjuntos de datos de fósiles y determinar patrones que indican parentesco y similitudes evolutivas. Utilizando técnicas de agrupamiento y clasificación, los investigadores pueden crear árboles filogenéticos que representan las relaciones evolutivas entre diferentes grupos de organismos prehistóricos. Estos árboles filogenéticos son herramientas poderosas para comprender la evolución de la vida en la Tierra y cómo han surgido y diversificado las diferentes especies a lo largo del tiempo.
- En micropaleontología, AI ha demostrado ser una herramienta prometedora en la identificación de foraminíferos. Por ejemplo, existen estudios que reportan un elevado porcentaje de aciertos en la identificación de especies de foraminíferos planctónicos. Mediante el entrenamiento de modelos de aprendizaje automático con grandes conjuntos de datos de imágenes de foraminíferos, es posible lograr una identificación automatizada precisa y eficiente de ciertos géneros.
- En el área de nanoplancton calcáreo se vienen realizando esfuerzos para la identificación asistida automatizada, conocida por las siglas (AICN), el cual se basa por ahora en 18 especies fósiles clave en las zonas de nanofósiles calcáreos del Mioceno utilizando imágenes adquiridas con microscopio electrónico de barrido, monopolarizado y polarizado ortogonalmente. Se logró una impresionante precisión de identificación del 94,56 % para estas solo 18 especies fósiles clave en las zonas de nanofósiles calcáreos del Mioceno. Son pequeños avances en todo un mundo de oportunidades.
- En cuanto a polen, esporas y dinoflagelados, crear un conjunto de entrenamiento para tales sistemas puede ser laborioso, pero por lo general es un esfuerzo único. Sin embargo, han surgido varios desafíos, incluidas las variaciones en la orientación de los palinomorfos dentro del sellador de montaje. No todo el polen está a la misma profundidad en el portaobjetos, la presencia de especímenes rotos y otros



materiales podrían confundirse con palinomorfos. A pesar de los avances en potencia computacional y algoritmos a lo largo de los años para capturar características discriminantes, el desafío persiste en la literatura académica, en cuanto a la calidad de los conjuntos de datos de entrenamiento y la considerable cantidad de imágenes necesarias para lograr una alta precisión, lo que genera un problema de almacenamiento. El futuro es brillante y las nuevas generaciones tienen un reto interesantísimo que afrontar.



- Otra área de aplicación a futuro es la detección de patrones de las asociaciones de conjuntos de microfósiles tanto en el tiempo como variaciones laterales, indicativas de ambientes de sedimentación usando un enfoque metodológico denominado Inteligencia Artificial Generativa.

La aplicación de AI en la paleontología requiere de una gran cantidad de data para su análisis. El significativo incremento de acceso a base de datos, va a permitir un desarrollo acelerado de la AI y sus aplicaciones. El entrenamiento de los algoritmos requiere no solamente de una buena cantidad de data, sino de data limpia y sin sesgos. Esto abre la oportunidad para que los paleontólogos y especialistas de AI puedan tener un rol muy importante en su desarrollo y aplicación posterior, durante la transferencia de conocimiento o entrenamiento del sistema y también en el entendimiento de los resultados para discriminar los falsos positivos o negativos que puedan ser generados en el análisis y también, entender como mejorar la exactitud del modelaje excluyendo situaciones como sobreajuste (overfitting). por ejemplo

“En el futuro se vislumbra que el aprendizaje profundo continúe avanzando, con redes neuronales cada vez más grandes y sofisticadas, perfeccionando la percepción visual avanzada y la toma de decisiones autónomas”

Referencias

A new method for identifying key fossil species in the Miocene Calcareous Nannofossil Zone: insights from deep convolutional neural networks. He Zhang; Chonghan Yu; Zhenglong Jiang; Xuqian Zhao. *Frontier Ecology Evolution*, Sec. Paleontology, Volume 12, June 27, 2024. <https://www.frontiersin.org/journals/ecology-and-evolution/articles/10.3389/fevo.2024.1363423/full>

In the footsteps of dinosaurs: using artificial intelligence to analyse fossil tracks. The Royal Society <https://royalsociety.org/blog/2022/07/in-the-footsteps-of-dinosaurs-using-artificial-intelligence-to-analyse-fossil-tracks/>

La Inteligencia Artificial confirma la identidad de restos fósiles de ratones de hace dos mil años. Universidad de Burgos. <https://www.ubu.es/noticias/la-inteligencia-artificial-confirma-la-identidad-de-restos-fosiles-de-ratones-de-hace-dos-mil-anos>

Orce revoluciona la paleontología mundial al aplicar inteligencia artificial en las investigaciones. Ciencia y Tecnología <https://cadenaser.com/andalucia/2022/07/20/orce-revoluciona-la-paleontologia-mundial-al-aplicar-inteligencia-artificial-en-las-investigaciones-radio-granada/>

The impact of artificial intelligence systems in micropaleontology. Fabienne Marret, 2023. Elsevier. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2950117223000225>



MARIANTÓ CASTRO MORA
CONSULTOR INDEPENDIENTE; REPRESENTANTE POR VENEZUELA ANTE LA COMISIÓN NORTEAMERICANA DE ESTRATIGRAFÍA Y MIEMBRO DE LA SOCIEDAD DE HISTORIA DE LAS GEOCIENCIAS EN VENEZUELA.