Nuevo algoritmo para la detección y clasificación automáticas de fitolitos multicelulares utilizando IA

Un nuevo estudio muestra que es posible automatizar la detección y la clasificación de fitolitos con un alto nivel de precisión, hasta el nivel de especie.

El nuevo método publicado tiene el potencial de permitir el desarrollo de conjuntos de datos analíticos mucho más grandes en una fracción de tiempo mucho menor de lo que antes era factible, así como para asegurar la consistencia en la identificación de fitolitos y aumentar la validez del análisis de la muestra.

La incorporación de flujos de trabajo basados en aprendizaje automático (en inglés, *machine learning*) en arqueología, si bien aún está poco explorado más allá del ámbito de los estudios de detección de sitios (Berganzo-Besga *et al.*, 2021; Orengo *et al.*, 2021), presenta un potencial significativo dentro de la investigación arqueológica.

El investigador predoctoral Iban Berganzo-Besga (grupo GIAP del ICAC) dirigido por el Dr. Hèctor A. Orengo (ICAC) y el Dr. Felipe Lumbreras (Centro de Visión por Computador, UAB), en colaboración con la Dra. Monica N. Ramsey (Universidad de Toronto Mississauga; McDonald Institute for Archaeological Research, Universidad de Cambridge) y Paloma Aliende (ICAC), ha desarrollado un algoritmo de aprendizaje profundo (en inglés, *deep learning*) para la detección y clasificación automatizadas de fitolitos multicelulares.

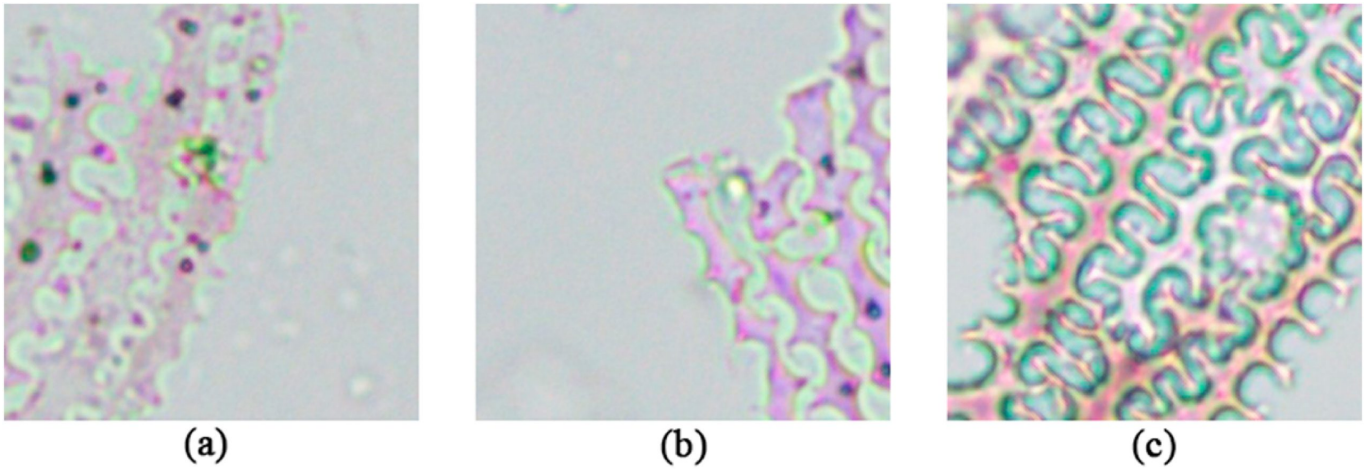
Automated detection and classification of multi-cell Phytoliths using Deep Learning-Based Algorithms. Iban Berganzo-Besga, Hèctor A. Orengo, Felipe Lumbrera, Paloma Aliende, Monica N.Ramsey. *Journal of Archaeological Science*, 2022, 105654, ISSN 0305-4403, https://doi.org/10.1016/j.jas.2022.105654.

El uso de algoritmos de aprendizaje profundo tiene el

Contingut extret de la web de l'ICAC (www.icac.cat)

potencial de proporcionar herramientas para la identificación automatizada de fitolitos.

Los fitolitos multicelulares, particularmente las cáscaras de hierbas, brindan identificaciones más específicas a nivel de género y, por lo tanto, son fundamentales para la aplicación arqueológica del análisis de fitolitos (Rosen, 1992). Además, dada la complejidad de las formas que presentan las células múltiples y la similitud entre estas formas, estas identificaciones pueden llevar mucho tiempo y ser un desafío incluso para los analistas de fitolitos experimentados. El uso de algoritmos de aprendizaje profundo (DL) tiene el potencial de proporcionar herramientas para la identificación automatizada de fitolitos. Este enfoque se ha probado utilizando tres géneros de fitolitos clave para el estudio de los orígenes agrícolas en la arqueología del Cercano Oriente: *Avena* , *Hordeum* y *Triticum*.



Fitolitos de «Avena» (a), «Hordeum» (b) y «Triticum» (c). @ Los autores del artículo.

El método y algoritmo publicado en la revista *Journal of Archaeological Science* ha sido capaz de identificar y clasificar los tres géneros con más del 93 % de confianza general y dos especies (*Triticum boeoticum Acc*. y *Triticum dicoccoides Acc*.) con un 100 % de confianza.

Contingut extret de la web de l'ICAC (www.icac.cat)

Los microscopios digitales complejos pueden incorporar algoritmos de aprendizaje profundo (DL), lo que **permite hacer recuentos automáticos de los tipos fitolitos de manera casi instantánea**, una mejora radical en las velocidades de análisis actuales. Además de esto, el algoritmo está diseñado para ser empleado por otras partes interesadas utilizando recursos computacionales disponibles gratuitamente, como Google Colaboratory.

El información publicada en el nuevo artículo publicado puede proporcionar una herramienta metodológica importante para los equipos de investigación que utilizan fitolitos para el estudio de la historia de la vegetación, arqueobotánica, paleoecología, interacciones ambientales humanas y los orígenes de la agricultura.

Este método tiene el potencial de revolucionar todos estos campos al permitir no solo el desarrollo de conjuntos de datos analíticos mucho más grandes en una fracción del tiempo que antes era factible, sino también la **incorporación de nuevas mediciones y métodos de análisis** (como patrones de fragmentación, tamaño de los fitolitos, etc.), asegurando la consistencia en la identificación de fitolitos y **aumentando la validez del análisis de muestras al pasar de estimaciones estadísticas a recuentos totales de fitolitos**.

La incorporación de nuevos métodos y algoritmos automatizados de detección y clasificación debería permitir en última instancia a los arqueólogos concentrar sus esfuerzos en las interpretaciones históricas y socioculturales que hacen que la visión arqueológica sea única y necesaria.

Contribuciones de los autores

- **Iban Berganzo-Besga**: análisis formal, investigación, metodología, validación, software, curación de datos, redacción del borrador original, visualización.
- Felipe Lumbreras: metodología, recursos, redacción, revisión y edición, supervisión.
- Monica N. Ramsey: conceptualización, curación de datos, redacción del borrador original, administración del proyecto, adquisición de fondos.

Contingut extret de la web de l'ICAC (www.icac.cat)

- Hèctor A. Orengo: conceptualización, metodología, recursos, redacción, revisión y edición, supervisión, administración de proyectos, captación de fondos.
- Paloma Aliende: curación de datos.

Financiación:

Monica N. Ramsey es investigadora Leverhulme Early Career Fellow (EFC-2020-318) y recibió una Beca de Investigación DM del McDonald Institute for Archaeological Research (proyecto «Deep Origins: AI Deep Learning ID of Plant Phytoliths for the Origins of Agriculture») que recibió financiación también de IB – B's Analysis. Hèctor A. Orengo es investigador Ramón y Cajal (RYC-2016-19637) del Ministerio de Ciencia, Innovación e Universidades de España en el ICAC. La investigación de Felipe Lumbreras está financiada en parte por el proyecto BOSSS TIN2017-89723-P del Ministerio de Ciencia, Innovación de España. Algunas de las GPU utilizadas en los experimentos que recoge el artículo son una donación del programa de financiación Hardware Grant Programme de Nvidia.

Bibliografía

Berganzo-Besga, I.; Orengo, H. A.; Lumbreras, F.; Carrero-Pazos, M.; Font, J.; Vilas-Estévez, B. «Hybrid MSRM-Based Deep Learning and Multitemporal Sentinel 2-Based Machine Learning Algorithm Detects Near 10k Archaeological Tumuli in North-Western Iberia». *Remot Sens* 2021, *13*, 4181. https://doi.org/10.3390/rs13204181

Orengo, H. A.; Garcia- Molsosa, A.; Iban Berganzo-Besga; Landauer, J.; Aliende, P.; Tres-Martínez, S. «New developments in drone-based automated surface survey: Towards a functional and effective survey system». *Arcaheol. Prospect* 2021, 1–8. https://doi.org/10.1002/arp.1822

Rosen, A. M. «Preliminary Identification of Silica Skeletons from Near Eastern Archaeological Sites: An Anatomical Approach». En: Rapp, G. R.; Mulholland, S. C. (eds.),

Contingut extret de la web de l'ICAC (www.icac.cat)

Phytolith Systematics: Emerging Issues. Advances in Archaeological and Museum Science, 1a ed., Springer: Boston (EUA), 1992; Vol. 1, p. 129-147.
https://doi.org/10.1007/978-1-4899-1155-1_7

El Instituto Catalán de Arqueología Clásica (ICAC) es un **centro CERCA** creado en consorcio en 2002 por la Generalitat de Catalunya y la Universidad Rovira i Virgili. Tiene la sede en Tarragona, ciudad reconocida como Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO el año 2000 y está especializada en investigación avanzada y formación en arqueología clásica. Más información a www.icac.cat/es.

El Centro de Visión por Computador (CVC) es un **centro CERCA** fundado en 1995 como un consorcio formado por la Generalitat de Catalunya y la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB). Con un destacado equipo de más de 130 investigadores y técnicos, la misión de CVC es desarrollar investigaciones de prestigio y de impacto internacional en el campo de la Visión por Computador, transferir conocimiento a las empresas y la sociedad, y formar científicos y profesionales de alto nivel. Más información: www.cvc.uab.es.

El Departamento de Antropología de la Universidad de Toronto Mississauga se dedica a difundir el conocimiento antropológico a través de la investigación, la enseñanza, la escritura y otras formas de divulgación. La experiencia en investigación de esta facultad abarca un amplio espectro de actividades y regiones geográficas, que incluyen tanto las Ciencias como las Ciencias Sociales. El equipo docente, excepcional, incluye académicos distinguidos de reputación internacional, que son muy activos en la investigación, mientras

Contingut extret de la web de l'ICAC (www.icac.cat)

continúan brindando excelentes oportunidades de capacitación y aprendizaje para los estudiantes. Más información en: https://www.utm.utoronto.ca/anthropology.
