

En la categoría de Tecnologías de la Información y la Comunicación

Premio Fronteras del Conocimiento a Anil Jain y Michael I. Jordan por contribuciones clave al aprendizaje automático que han impulsado el desarrollo de la biometría y la inteligencia artificial

- **Ambos galardonados han realizado “aportaciones fundamentales”** para lograr que los ordenadores sean capaces de identificar patrones y realizar predicciones a partir de conjuntos de datos de gran dimensión, con aplicaciones “de alto impacto para el conjunto de la sociedad”, según resalta el acta del jurado
- **El trabajo de Jain en reconocimiento de patrones** ha sido clave para el desarrollo de las tecnologías biométricas que hoy permiten el reconocimiento de personas tanto a través de sus huellas dactilares como de la identificación facial, y se aplican en el ámbito de la seguridad tanto para la investigación criminalística como para el acceso a móviles y otros dispositivos electrónicos
- **Los algoritmos creados por Jordan para realizar predicciones** han sentado las bases matemáticas de modelos de inteligencia artificial como el que utilizan ChatGPT o Amazon en sus sistemas de recomendación, dando pie a multitud de aplicaciones de apoyo a la toma de decisiones económicas de consumidores y empresas

El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Tecnologías de la Información y la Comunicación ha sido concedido en su XVII edición a Anil K. Jain (Universidad de Michigan State, EE. UU.) y Michael I. Jordan (Universidad de California Berkeley, EE. UU.) por sus “contribuciones fundamentales” al aprendizaje automático, que han logrado “aplicaciones de alto impacto para el conjunto de la sociedad”, según resalta el acta del jurado.

A lo largo de las últimas cuatro décadas, ambos galardonados han realizado aportaciones clave para lograr que los ordenadores sean capaces de reconocer patrones y realizar predicciones a partir de conjuntos de datos de gran dimensión, impulsando el desarrollo de tecnologías transformadoras como la biometría y la inteligencia artificial. La investigación de Jain se ha centrado en el reconocimiento de patrones, logrando “contribuciones monumentales” – en palabras del jurado – al reconocimiento de las personas tanto a través de sus huellas dactilares

como de la identificación facial, con tecnologías que hoy se aplican masivamente en el ámbito de la seguridad, tanto para la investigación criminalística como para el acceso a teléfonos móviles y otros dispositivos electrónicos.

En paralelo, y de manera independiente, el trabajo de Jordan en el campo del aprendizaje automático “proporcionó algoritmos unificados para la inferencia estadística y probabilística, permitiendo así a los ordenadores hacer predicciones precisas a partir de datos observados”, resalta el jurado. Sus aportaciones han sentado los cimientos matemáticos de modelos de inteligencia artificial generativa, como los que utiliza ChatGPT, y el desarrollo de sistemas de recomendación, como el aplicado por Amazon, para la toma de decisiones económicas tanto de consumidores como de empresas.

Por todo ello, el jurado concluye que las contribuciones de ambos premiados han tenido un impacto transformador “en la vida cotidiana”, dejando “una huella indeleble en el tejido de la sociedad de la información actual y futura”.

Jain: los fundamentos de las tecnologías biométricas

Tras estudiar en su país natal, India, Anil Jain comenzó su carrera investigadora en la Universidad Estatal de Ohio desarrollando sistemas automáticos para distinguir si un avión militar en el cielo pertenecía al ejército propio o al del enemigo. De ahí pasó a estudiar cómo discernir si las imágenes médicas tenían indicios de enfermedad, y después a reconocer con un ordenador la dirección a la que se enviaba una carta postal. Pero ninguna de estas aplicaciones del problema fundamental del reconocimiento de patrones le llevaron tan lejos como la identificación de huellas dactilares y de rostros, aspectos en los que se ha convertido en una referencia a nivel mundial.

En los años 1970, el galardonado investigaba el problema de cómo agrupar un conjunto de datos de la manera más eficaz posible, conocido como *clustering*. Aunque existían muchos algoritmos para lograr este objetivo, ninguno se ocupaba de un asunto que el premiado consideraba clave: cómo validar si el resultado del algoritmo del *clustering* tenía sentido, es decir, si las categorías que encontraba eran significativas. Jain elaboró una manera de validar este tipo de algoritmos, proponiendo además maneras de visualizar la agrupación de los datos de manera precisa.

Gracias a estos avances, en la década de los 1990 recibió una llamada de un colega que buscaba una aplicación civil para un aparato recién diseñado en la Agencia Nacional de Seguridad estadounidense. El ahora galardonado exploró las posibilidades de aquella máquina y pronto dedujo que podía servir para detectar la coincidencia entre dos huellas dactilares 100 veces más rápido de lo que era posible hasta entonces. Aquel hallazgo condujo a seis patentes y, con el

tiempo, el grupo de Jain se convirtió en referencia internacional del reconocimiento de huellas dactilares.

Esta tecnología, que ya utilizamos para acceder de manera segura a nuestros teléfonos móviles y ofrece pistas en la investigación de delitos, ha sido clave también para desarrollar un sistema de identificación para la población de la India, que hasta hace menos de dos décadas no contaba con un registro unificado de sus ciudadanos. En 2009, Jain colaboró con el Gobierno indio para establecer un sistema fiable que diera acceso a toda la ciudadanía a los servicios sociales y bancarios y les permitiera ejercer su derecho de voto, respetando además la privacidad de los usuarios.

Además, Jain fue pionero en demostrar hasta qué punto es posible que las huellas dactilares de dos personas sean iguales. Aunque se creía que era del todo imposible, el galardonado demostró que la pequeña distorsión que se introduce en la huella al presionar la yema del dedo sobre una superficie hace que exista una pequeña probabilidad de que las huellas de diferentes personas se identifiquen erróneamente como la misma. "Aquel artículo, que publicamos en 2002, cambió la perspectiva de las agencias forenses, que ya no podían dar por sentado que las huellas de cada persona eran únicas".

Por otro lado, el premiado demostró también la estabilidad de las huellas dactilares a lo largo del tiempo, confirmando por primera vez la creencia popular con datos sólidos. Obtuvo un conjunto de datos de 40.000 criminales reincidentes a lo largo de 12 años, cuyas huellas se tomaban cada vez que se les detenía, y observó que efectivamente no cambiaban con el tiempo.

"Este es un premio merecidísimo, porque claramente Anil Jain es el padre del reconocimiento dactilar, uno de los padres del reconocimiento por el iris y, dentro del reconocimiento facial, él ha planteado y aportado soluciones a problemas de frontera motivados por cambios de iluminación, de aspecto o por envejecimiento", afirma el profesor Javier Ortega García, catedrático de Teoría de la Señal y Comunicaciones y Director de la Escuela de Transformación Digital en la Universidad Autónoma de Madrid, quien ha colaborado con el galardonado a lo largo de varias estancias de investigación realizadas en su laboratorio.

Jordan: las bases matemáticas de la inteligencia artificial

Michael I. Jordan ha desarrollado técnicas matemáticas y computacionales que están detrás de multitud de aplicaciones de la inteligencia artificial. Desde los sistemas de recomendación de restaurantes hasta los modelos de lenguaje generativo como ChatGPT y el desarrollo de herramientas de apoyo para la toma de decisiones en el ámbito empresarial, los avances logrados por Jordan han sido decisivos para poder emplear estos sistemas en la vida real. Además de

sentar las bases teóricas de todas estas aplicaciones, el premiado ha llevado algunas de ellas al mercado a través de colaboraciones con empresas.

El galardonado comenzó su carrera investigando los modelos que se utilizan para establecer relaciones probabilísticas entre diferentes variables y son un componente clave de los sistemas de recomendación y de análisis de texto e imágenes. Además, durante los años 1990 fue uno de los pioneros en el desarrollo de los llamados métodos de inferencia variacional, en los que se aproxima la solución a un problema matemático que no es factible resolver con los recursos computacionales disponibles, reduciéndolo a un problema de optimización. Esta técnica es un componente central del aprendizaje automático, y en especial de las aplicaciones de aprendizaje profundo como la inteligencia artificial generativa de ChatGPT y otros modelos de lenguaje.

En la década de los 2000, Jordan se planteó cómo multiplicar las posibilidades del aprendizaje automático, ejecutando los programas en cientos o miles de ordenadores en lugar de en uno solo. Los algoritmos que desarrolló para hacer posible la distribución de este tipo de computaciones condujeron a la creación de la empresa Anyscale, cuya plataforma Ray sirve de base a ChatGPT, a numerosas empresas de comercio electrónico y a muchas más aplicaciones del aprendizaje profundo.

Más recientemente, el galardonado se ha centrado en estudiar las aplicaciones del aprendizaje automático a la economía. En contextos en los que existen múltiples actores tomando decisiones sobre un mismo sistema, los sistemas de recomendación necesitan adaptarse para no crear congestión. Por ejemplo, una aplicación GPS que se emplee en una ciudad de cientos de miles de habitantes podría recomendar el mismo itinerario hacia el aeropuerto a mil personas, sobrecargando el tráfico. Jordan trabaja para desarrollar sistemas de aprendizaje automático que eviten esta situación, reflejando las preferencias de las personas y permitiéndoles colaborar dentro de un mismo sistema (por ejemplo, eligiendo itinerarios diversos para generar un tráfico moderado en cada uno de ellos). “No se trata de construir sistemas enormes que nos dicen lo que tenemos que hacer”, afirma el premiado. “Creo que lo que tiene que hacer la inteligencia artificial es ayudarnos a conectar mejor los unos con los otros y colaborar de manera más eficaz. Quiero empoderar a los humanos, no hacer que la inteligencia artificial nos diga lo que tenemos que hacer”.

Retos futuros: mejorar la precisión de la biometría y la toma de decisiones en la economía

Para Jain, el principal reto al que se enfrenta hoy la biometría es seguir mejorando la precisión, un objetivo que para él siempre será prioritario para evitar que las autoridades detengan erróneamente a personas cuyas huellas o rostro parecen coincidir con las de la escena de un delito. Otro desafío importante para el galardonado es la seguridad de las bases de datos que

sustentan los sistemas biométricos. “Cualquier sistema de seguridad se puede atacar. En este caso, ¿puedo entrar en la base de datos de la policía y cambiar una de las fotos? ¿Me puedo colocar una máscara con la cara de otra persona para que las cámaras me reconozcan como ella? La cara que capta la cámara de seguridad, ¿es una cara humana real, o es un *deep fake*?”, afirma. Por otra parte, también se investigan maneras de que la comparación entre la cara de la cámara y la base de datos se realice en un entorno encriptado, para que ningún dato se revele públicamente: “Es un asunto importante, porque la biometría ha llegado para quedarse”. Actualmente, el premiado estudia cómo reconocer a las personas a partir de imágenes de drones, donde sus rostros no son necesariamente reconocibles pero se pueden emplear otros datos como la forma del cuerpo, la manera de caminar, etc.

Jordan, por su parte, acaba de asumir la titularidad de una nueva cátedra denominada “Mercados y Aprendizaje Automático” en la Fundación INRIA de París, con la colaboración del Centro Nacional de Investigación de Francia (CNRS) y la Escuela Normal Superior de la Universidad de París (ENS-PSL), diseñada para desarrollar, a lo largo de los próximos años, algoritmos aplicados a la toma de decisiones en el ámbito industrial y empresarial. “El aprendizaje automático actual sigue siendo bastante ineficaz en la toma de decisiones bajo condiciones de incertidumbre”, afirma el galardonado. “Esta es una cuestión clave para las empresas, ya que a menudo operan en entornos muy variables. La incertidumbre y la necesidad de reducirla está en todas partes, desde las decisiones que toman los agentes microeconómicos individuales en contextos locales hasta la dinámica de los mercados mundiales. El aprendizaje automático predictivo debe situarse en un contexto económico y colectivo, y este va a ser uno de los objetivos centrales de mi investigación en los próximos años”.

Una visión optimista frente al miedo a los riesgos de las nuevas tecnologías

En cuanto a los peligros que puede representar un mal uso de la biometría para la privacidad de las personas, Jain considera que se puede minimizar este riesgo: “La clave”, afirma, “radica en quién mantiene la base de datos, que debe estar encriptada”. Pero, además, el premiado destaca la ley europea de privacidad como ejemplo a seguir para asegurar que los datos se obtengan y se compartan con el consentimiento de los usuarios: “El reglamento europeo ha cambiado la manera que tenemos de procesar los datos personales, no solo biométricos sino también de salud, etc. Ha tenido un impacto enorme, porque antes podías poner una cámara en el pasillo y recabar esos datos. Con este reglamento, ya no es posible”.

Por su parte, frente a las visiones apocalípticas que alertan hoy sobre el riesgo existencial que representa la inteligencia artificial para la humanidad, Jordan considera que “es ciencia ficción pensar que los robots vayan a tomar el relevo de los humanos y nos sustituyan”. Al contrario, el galardonado confía en los beneficios que puede traer esta tecnología al “empoderar” a las

personas con una nueva forma de inteligencia colectiva: “Creo que los seres humanos van a ser capaces de utilizar esta tecnología de manera eficaz, como una herramienta de apoyo que nos ayude a potenciar nuestras capacidades. Pensemos, por ejemplo, en el campo de la aviación: antes los aviones eran pilotados por humanos y ahora, la mayoría de ellos son pilotados principalmente de manera automática. Así que las máquinas toman muchas decisiones sobre cómo vuelan los aviones, y en general se han vuelto más seguros gracias a ello. Hay cosas que las máquinas pueden hacer más rápido y con mayor fiabilidad que los humanos, y en estos ámbitos pueden apoyar y complementar nuestra inteligencia”.

Biografías de los premiados

Anil K. Jain (Basti, India, 1948) obtuvo el título de máster (1970) y de doctor (1973) en Ingeniería Eléctrica por la Universidad Estatal de Ohio. En 1974 se incorporó a la Universidad Estatal de Michigan, donde ha desarrollado toda su carrera y hoy es *University Distinguished Professor*. Es autor de casi 300 publicaciones en revistas científicas y de quince libros, entre los que figuran *Introduction to Biometrics*, *Handbook of Face Recognition*, *Handbook of Fingerprint Recognition* y *Algorithms for Clustering Data*. Titular de una decena de patentes, ha sido editor jefe de *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, y editor asociado de esta y otras siete publicaciones científicas. Es *Amazon Scholar* desde 2021, ha sido profesor visitante en el Instituto Internacional de Tecnología de la Información en Hyderabad (India), la Universidad de Corea, el ETH Zúrich o el Centro de Investigación T.J. Watson de IBM; y es miembro del estudio sobre presente, futuro y gobernanza del reconocimiento facial de las Academias Nacionales de Ciencias de Estados Unidos.

Michael I. Jordan (Aberdeen, Maryland, Estados Unidos, 1956) es máster en Matemáticas (Estadística) por la Universidad Estatal de Arizona (1980) y doctor en Ciencias Cognitivas en la Universidad de California en San Diego (1985). Su carrera se ha desarrollado en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (1988-1998), donde fue catedrático del Departamento de Ciencias Cognitivas y del Cerebro; y en la Universidad de California en Berkeley, a la que se incorporó a continuación y donde ha sido *Pehong Chen Distinguished Professor* en el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Ciencias de la Computación y en el Departamento de Estadística. En la actualidad es catedrático emérito en ambos departamentos. Es, además, investigador sénior y director de la cátedra Mercados y Aprendizaje Automático en el Instituto Nacional de Investigación en Ciencias y Tecnologías Digitales (Fundación INRIA), en París (Francia). Autor de más de 230 publicaciones en revistas científicas, ha sido presidente de la Sociedad Internacional de Análisis Bayesiano y forma parte del Consejo Editorial de revistas como *Statistics and Computing* o *Stochastic Analysis and Applications*.

Nominadores

En esta edición se recibieron 41 nominaciones. Los investigadores premiados fueron nominados por Francis Bach, investigador del Instituto Nacional de Investigación en Ciencias y Tecnologías Digitales (INRIA) / Escuela Normal Superior de París (Francia); Sanghamitra Bandyopadhyay, catedrática y directora del Instituto Indio de Estadística (India); Yoshua Bengio, catedrático de la Universidad de Montreal (Canadá) y Premio Turing 2018; David M. Blei, catedrático de la Universidad de Columbia (Estados Unidos); Christoph Busch, de la Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología (Noruega); Lawrence Carin, catedrático de la Universidad Duke (Estados Unidos); Subhasis Chaudhuri, presidente del Consejo de Directores de BSE (India); Jennifer T. Chayes, catedrática de la Universidad de California en Berkeley (Estados Unidos); Thomas G. Dietterich, catedrático emérito de la Universidad Estatal de Oregón (Estados Unidos); William T. Freeman, catedrático del Instituto Tecnológico de Massachusetts (Estados Unidos); Guido W. Imbens, catedrático de la Universidad de Stanford (Estados Unidos) y Premio Nobel de Economía 2021; Charles Lee Isbell, Jr., catedrático de la Universidad de Wisconsin-Madison (Estados Unidos); Michael Kearns, catedrático de la Universidad de Pensilvania (Estados Unidos); Laboratorio de Investigación en Seguridad de la Universidad de Surrey (Reino Unido); Laboratorio Nacional de Reconocimiento de Patrones (NLPR) del Instituto de Automatización de la Academia China de Ciencias (China); Neil D. Lawrence, catedrático de la Universidad de Cambridge (Reino Unido); Dario Maio, catedrático emérito de la Universidad de Bolonia (Italia); Stéphane Mallat, catedrático de la Escuela Normal Superior de París (Francia); Xiao-Li Meng, Stéphane Mallat, catedrático de la Universidad de Harvard (Estados Unidos); Pierre del Moral, director de Investigación en el Centro Inria de la Universidad de Burdeos (Francia); Peter Müller, catedrático de la Universidad de Texas en Austin (Estados Unidos); P. J. Narayanan, catedrático y director del Instituto Internacional de Tecnologías de la Información en Hyderabad (India); Stephanie Schuckers, catedrático de la Universidad Clarkson (Estados Unidos); Padhraic Smyth, catedrático de la Universidad de California en Irvine (Estados Unidos); John N. Tsitsiklis, catedrático del Instituto Tecnológico de Massachusetts (Estados Unidos); y Larry Wasserman, catedrático de la Universidad Carnegie Mellon (Estados Unidos).

Jurado y Comité Técnico de Tecnologías de la Información y la Comunicación

El presidente del jurado de esta categoría ha sido **Joos Vandewalle**, presidente de honor de la Real Academia Flamenca de Ciencias y Artes de Bélgica y catedrático emérito del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Católica de Lovaina (Bélgica); y su secretario, **Ron Ho**, vicepresidente corporativo de I+D en Hardware en Lattice Semiconductor (Estados Unidos). Los vocales del jurado han sido **Oussama Khatib**, catedrático de Ciencias de la Computación y director del Laboratorio de Robótica en la Universidad de Stanford (Estados Unidos); **Rudolf Kruse**, catedrático emérito en la Facultad de Ciencias de la Computación de la Universidad Otto von Guericke de Magdeburgo (Alemania); **Mario Piattini**, catedrático de Lenguajes y Sistemas

XVII Edición

Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

Con la colaboración del
CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

www.premiosfronterasdelconocimiento.es

Informáticos de la Universidad de Castilla-La Mancha; **Daniela Rus**, titular de la Cátedra Andrew (1956) y Erna Viterbi de Ingeniería Eléctrica y Ciencias de la Computación, y directora del Laboratorio de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial (CSAIL) del Instituto Tecnológico de Massachusetts (Estados Unidos); **Bernhard Schölkopf**, director científico del Instituto ELLIS en Tubinga y director del Departamento de Inferencia Empírica del Instituto Max Planck de Sistemas Inteligentes (Alemania); y **Alicia Troncoso**, catedrática de Lenguajes y Sistemas Informáticos en la Universidad Pablo de Olavide y presidenta de la Asociación Española para la Inteligencia Artificial.

En cuanto al **Comité Técnico de Apoyo**, ha estado coordinado por **Elena Cartea**, vicepresidenta adjunta de Áreas Científico-Técnicas del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), y por **José Javier Ramasco Sukia**, coordinador adjunto del Área Global Materia y profesor de investigación en el Instituto de Física Interdisciplinar y Sistemas Complejos (IFISC, CSIC-UIB); e integrado por **Alberto Ibáñez Rodríguez**, científico titular en el Instituto de Tecnologías Físicas y de la Información Leonardo Torres Quevedo (ITEFI, CSIC); **Luis Fonseca Chácharo**, profesor de investigación y director del Instituto de Microelectrónica de Barcelona (IMB-CNM, CSIC); **Felip Manyà Serres**, investigador científico y vicedirector del Instituto de Investigación en Inteligencia Artificial (IIIA, CSIC); y **Teresa Serrano Gotarredona**, profesora de Investigación y directora del Instituto de Microelectrónica de Sevilla (IMSE-CNM, CSIC).

Sobre los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

La Fundación BBVA tiene entre sus focos de actividad el fomento de la investigación científica y la creación cultural de excelencia, así como el reconocimiento del talento.

Los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento, dotados con 400.000 euros en cada una de sus ocho categorías, reconocen e incentivan contribuciones de singular impacto en la ciencia, la tecnología, las humanidades y la música, en especial aquellas que amplían significativamente el ámbito de lo conocido en una disciplina, hacen emerger nuevos campos o tienden puentes entre diversas áreas disciplinares. El objetivo de los galardones, desde su creación en 2008, es celebrar y promover el valor del conocimiento como un bien público sin fronteras, que beneficia a toda la humanidad porque es la mejor herramienta de la que disponemos para afrontar los grandes desafíos globales de nuestro tiempo y ampliar la visión del mundo de cada individuo. Sus ocho categorías atienden al mapa del conocimiento del siglo XXI, desde el conocimiento básico hasta los campos dedicados a entender el entorno natural, pasando por ámbitos en estrecha conexión, como la Biología y la Medicina o la Economía, las tecnologías de la información, las ciencias sociales, las humanidades, y un área universal del arte como la música.

En esta familia de premios la Fundación BBVA cuenta con la colaboración de la principal organización pública española de investigación, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), que designa Comités Técnicos de Apoyo, integrados por destacados especialistas del correspondiente ámbito de conocimiento, que llevan a cabo la primera valoración de las candidaturas, elevando al jurado una propuesta razonada de finalistas. El CSIC designa, además, la presidencia de cada uno de los ocho jurados en las ocho categorías de los premios y colabora en la designación de todos sus integrantes, contribuyendo así a garantizar la objetividad en el reconocimiento de la innovación y excelencia científica.

CONTACTO:

Departamento de Comunicación y Relaciones Institucionales

Tel. 91 374 52 10 / 91 374 81 73 / 91 537 37 69

comunicacion@bbva.es

Para información adicional sobre la Fundación BBVA, puede visitar: www.bbva.es