

Lenovo
Health

IA y el futuro de la atención sanitaria

¿Hacia dónde se dirige la
investigación?



Smarter
technology
for all

Lenovo



03

Definir la IA para la atención sanitaria

07

**Aplicar la IA en la atención sanitaria,
hoy y mañana**

08

Diagnóstico y tratamiento:
Soporte a las decisiones clínicas y la
imagenología

12

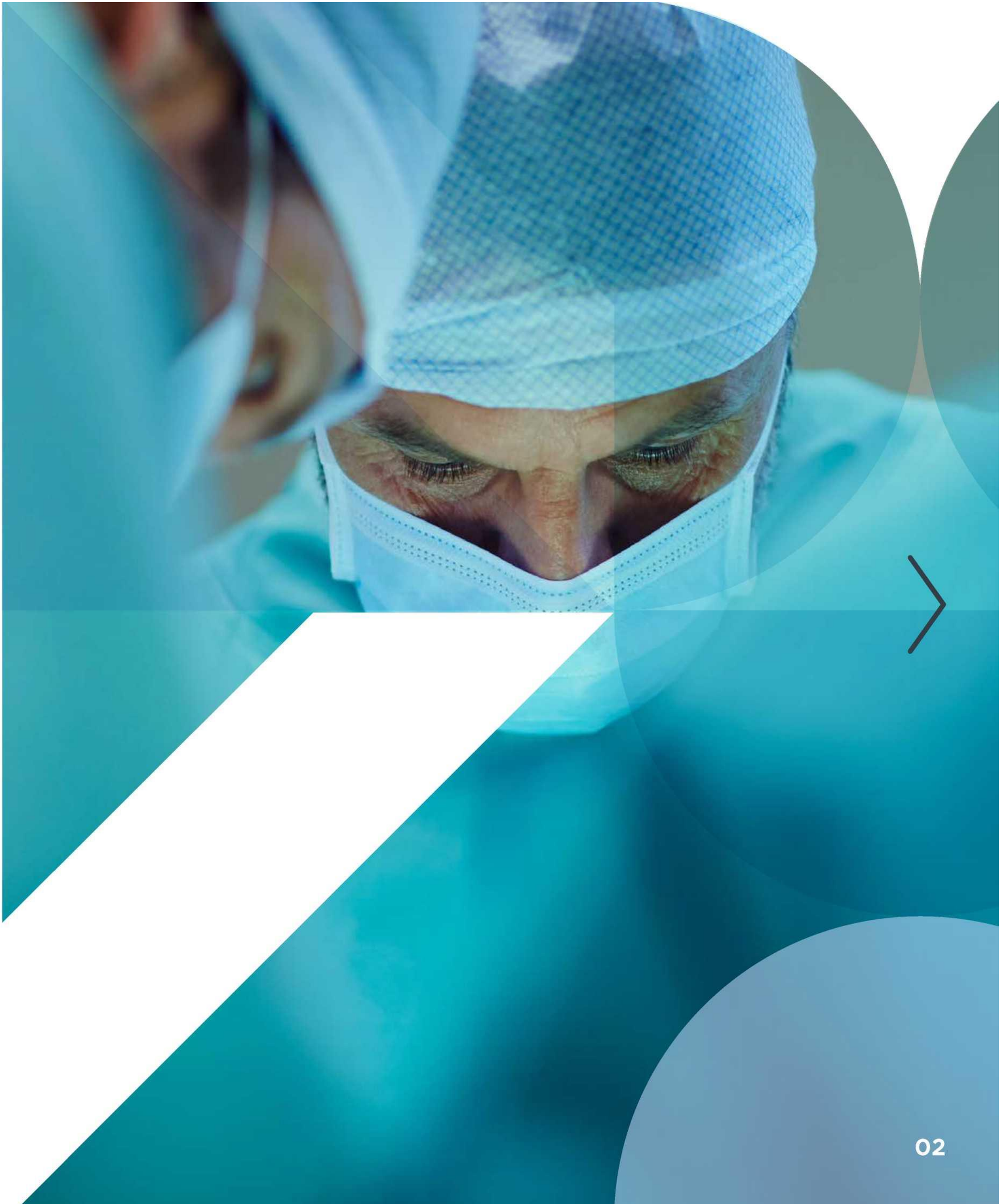
Flujos de trabajo:
Clínicos y administrativos

16

Medicina de precisión:
Individuo y población

19

Una mejor salud gracias a la IA



Definir la IA para la atención sanitaria

“La IA es la capacidad de las máquinas de imitar las funciones cognitivas y las tomas de decisiones de las personas con una mínima intervención humana”

Robert Daigle, Líder de Negocios e Innovación de Inteligencia Artificial de Lenovo

La inteligencia artificial (IA) tiene una cada vez mayor gama de aplicaciones en la atención sanitaria, que incluye el uso del análisis impulsado por computación para dar soporte a las decisiones clínicas, simplificando los flujos de trabajo tanto clínicos como administrativos, y avanzando en la medicina de precisión.



Transformación de la IA

Se prevé que la inteligencia artificial (IA), de una u otra forma, transformará la atención sanitaria en gran medida. De muchas formas, ya lo ha hecho.

La Iniciativa de Inteligencia Artificial y Tecnología Emergente (AIET) de The Brookings (*Brookings Institution's Artificial Intelligence and Emerging Technology Initiative*) identifica cuatro áreas donde se espera que la IA beneficie a la atención médica:¹

- Extender los límites del rendimiento humano
- Democratizar la excelencia y el conocimiento médico
- Automatizar el trabajo pesado en la práctica médica
- Gestionar pacientes y recursos médicos

Según los analistas de mercado de Deloitte, las tareas realizadas por la IA “...pueden abarcar desde lo simple a lo complejo e incluir diversas funciones desde responder una llamada telefónica a revisar una historia clínica, tendencias y análisis de la salud de la población, diseñar dispositivos y medicamentos terapéuticos, leer imágenes de radiología, realizar diagnósticos clínicos y planes de tratamiento, e incluso conversar con pacientes”.²

Por supuesto, si bien el objetivo es brindar atención médica de mejor calidad a un menor costo, incorporar capacidades de IA a la organización sanitaria requiere de una considerable inversión inicial. El estudio de mercado pronostica que el gasto de la atención sanitaria en IA hacia 2025 será entre USD 31,3 mil millones³ y USD 36,1 mil millones.⁴

A pesar de las altas expectativas para transformar la atención médica, la mayoría de las aplicaciones de IA están en sus primeras etapas. La investigación sugiere una variedad de aplicaciones potentes que puedan revolucionar el pronóstico, la prevención y el tratamiento de una enfermedad.

Breve descripción de las tecnologías de IA



Anatomía de la IA

El término amplio “inteligencia artificial” incluye subgrupos de tecnologías relacionadas, que suelen trabajar en combinación para permitir avances y capacidades en la atención médica.

Aprendizaje automático (ML)

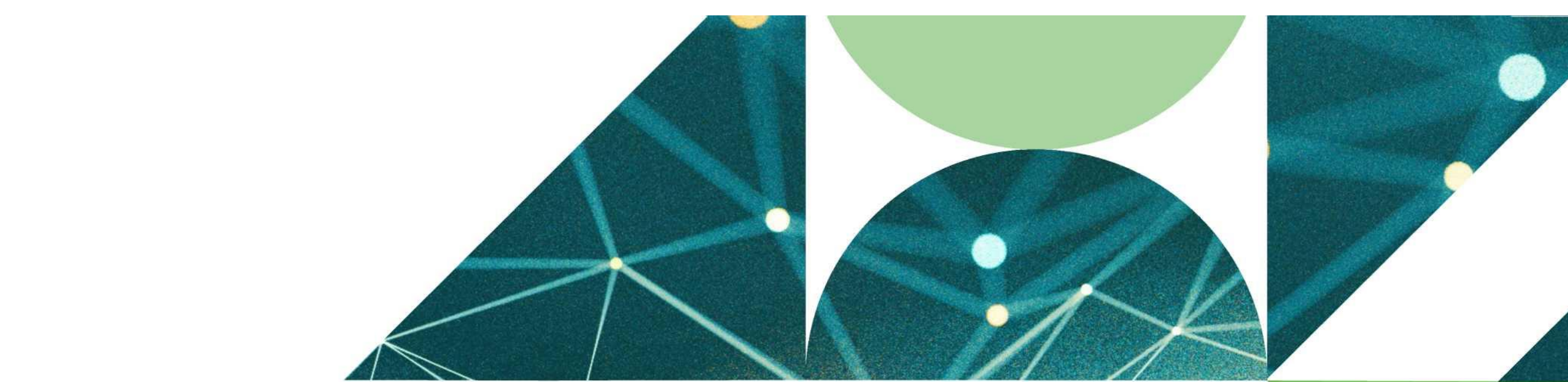
El ML brinda a los sistemas la capacidad de aprender y mejorar de forma automática a partir de la experiencia sin una programación explícita. El ML utiliza algoritmos para analizar datos, detectar patrones, formar conclusiones y realizar pronósticos. La mayoría de los algoritmos tradicionales de ML necesitan datos estructurados (etiquetados).

Procesamiento de lenguaje natural (NLP)

El procesamiento de lenguaje natural es un subconjunto del aprendizaje automático utilizado para convertir el lenguaje humano en formatos de datos para computación, que puedan compararse y analizarse.

Aprendizaje profundo (DL)

El aprendizaje profundo es un subgrupo del aprendizaje automático. Un modelo de aprendizaje profundo analiza datos de un modo que una persona no lo haría. Utiliza una estructura por niveles de algoritmos llamada red neural artificial que imita la forma en que el cerebro humano filtra la información y aprende a clasificar y pronosticar. En este modelo, un algoritmo puede determinar por su cuenta si un pronóstico es preciso o no. En tanto ML requiere de las funciones utilizadas para la clasificación



(datos etiquetados), DL puede descifrar las funciones de forma automática. Permite que las máquinas resuelvan problemas complejos incluso con datos diversos y no estructurados. DL requiere enormes cantidades de datos y, por ende, una potente capacidad de computación.

Aprendizaje federado (FL)

El aprendizaje federado permite que los algoritmos de IA usen y aprendan de los datos ubicados en diferentes sitios. Esto significa que las organizaciones pueden colaborar en el desarrollo de modelos sin tener que compartir directamente datos clínicos sensibles entre ellas.

Visión artificial (CV)

La visión artificial es el uso de IA para comparar y analizar imágenes, instruyendo a las computadoras para que vean e interpreten dichas imágenes de la misma forma que lo hace la visión humana. Los modelos de visión artificial toman la información de miles de imágenes y resultados, y luego aplican el aprendizaje profundo para realizar análisis y conclusiones.

Análisis de imágenes

El análisis de imágenes médicas aplica el aprendizaje profundo y la visión artificial para apoyar las decisiones médicas de las especializaciones clínicas, tales como oncología, cardiología, patología y más.

Diagnóstico y tratamiento
Apoyo a decisiones clínicas
Analizador de síntomas
Eficacia versus efectividad del tratamiento

Descubrimiento
Ensayos clínicos
Generación de hipótesis
Prueba de conceptos

Medicina de precisión
Genómica

Aplicaciones móviles
Bienestar
Gestión de enfermedades crónicas

Asistentes virtuales

Motores de coincidencia
Pacientes con perfiles similares
Tratamientos con proporciones costo-beneficio similares

**Riesgo de modelado predictivo
Estratificación**
Índice de readmisiones
Infecciones hospitalarias
Aparición de complicaciones

Flujos de trabajo
Optimización de flujos de pacientes
Detectar ineficiencias en los procesos

Visión artificial
Análisis de imágenes radiológicas
ECG y EEG

Aplicaciones de la IA en la atención sanitaria

Fuente: Cognition AE.



Aplicar la IA en la asistencia médica, hoy y mañana

Diagnóstico y tratamiento | Flujos de trabajo | Medicina de precisión



1

La imagenología es una de las categorías de mayores gastos para los hospitales.

Lenovo

intel

Diagnóstico y tratamiento: soporte a las decisiones clínicas y la imagenología

La IA usa análisis impulsado por computadora para apoyar las decisiones clínicas tomadas en el diagnóstico y tratamiento y para proporcionar información más profunda a investigadores, proveedores y pacientes en del área de salud.

Una aplicación inicial de la IA en la atención médica es el análisis de imágenes médicas en radiología, donde la falta de personal, la cada vez mayor demanda y los costos en aumentos son cuestiones inquietantes. Los investigadores de IBM estiman que las imágenes médicas, la fuente de datos de mayor tamaño y más rápido crecimiento en la industria de la salud, representan al menos el 90% de todos los datos médicos.⁵ Y la imagenología es una de las categorías de mayores gastos para los hospitales.



Reducir los procedimientos invasivos

El aprendizaje profundo se usa en radiómica, una tecnología que detecta las características clínicamente relevantes de una imagen más allá de lo que puede percibir el ojo humano.⁶ Se utiliza cada vez más en oncología y promete una mejor precisión que la actualmente utilizada detección asistida por computadora (CAD).

Otra ventaja de la IA en imagenología es que puede reducir la necesidad de tomar muestras de tejido y su riesgo de infección reemplazando dichos procedimientos por IRM, tomografías computarizadas (TC) y rayos X tanto menos invasivos. A futuro, las imágenes analizadas por IA podrían ser “biopsias virtuales”.

Además de los diagnósticos, la IA en imagenología también puede ayudar en los tratamientos al acelerar el descubrimiento de nuevos medicamentos y vacunas. El análisis de imágenes con visión artificial es una tecnología emergente que puede identificar qué moléculas pueden ser efectivas para qué objetivos biológicos.

Aliviar las cargas de trabajo

La IA ayuda a aliviar las cargas de trabajo en radiología al realizar un análisis inicial de las imágenes para detectar indicadores de enfermedades. También puede brindar mayor información a los radiólogos, confirmando un diagnóstico o identificando un posible error humano. En base a esta información más profunda basada en datos, los radiólogos pueden hacer diagnósticos finales con mayor confianza. En tanto los modelos de computación no igual a los radiólogos experimentados, ciertos estudios ya demuestran que algunos modelos de computación se acercan a la precisión de diagnóstico de los médicos capacitados.⁷

Detección de cáncer de mama

Millones de personas alrededor del mundo se someten a mamografías de rutina todos los años. La mayoría demuestra tejido mamario normal y sano. Aun así leer dichas imágenes para confirmar la salud mamaria representa una gran carga para los radiólogos.

La IA transforma el flujo de trabajo de lectura, hace que las listas de trabajo sean inteligentes y destaca y prioriza estudios que necesitan una revisión y evaluación más profunda. Las primeras evidencias indican que los modelos de computación basados en IA tienen el potencial de realizar una revisión inicial de mamografías e identificar imágenes normales. Estos modelos demuestran que al utilizar el aprendizaje profundo, las computadoras pueden programarse para reconocer la diferencia entre imágenes de tejido sano y tejido enfermo, por lo general con una precisión similar a la de los radiólogos.⁸ No obstante, este análisis se realizó con pequeños grupos de datos. Es necesario realizar mayores evaluaciones en condiciones de mundo real con grupos de datos más grandes para confirmar que la IA puede reconocer con precisión imágenes de mamas normales versus enfermas.⁹



Detectar hipoglucemia en pacientes diabéticos

Controlar los niveles de azúcar en sangre es esencial en el diagnóstico de la diabetes e incluso más vital para pacientes que atraviesan un tratamiento. Una caída repentina del azúcar en sangre que provoca una hipoglucemia puede tener graves consecuencias, incluso la muerte.

Un estudio realizado por investigadores de University of Warwick descubrió que con la tecnología de aprendizaje profundo podían detectar eventos hipoglucémicos de señales de electrocardiograma (ECG) sin procesar adquiridas de sensores portátiles no invasivos. Dado que la electrofisiología del corazón se ve afectada por la hipoglucemia, se puede usar un ECG para detectar su aparición.

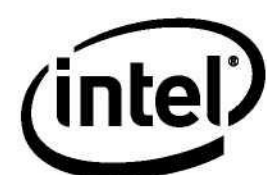
El estudio fue innovador en dos aspectos. Primero, al utilizar el aprendizaje profundo, los investigadores pudieron controlar y detectar la hipoglucemia de forma automática y no invasiva con los latidos en un ECG, que se pueden detectar en cualquier circunstancia, incluso durante el sueño. Segundo, utilizaron un enfoque personalizado de la medicina, capacitando al modelo de IA con los datos de cada sujeto. Se hizo así para evitar los problemas previos a la investigación cuando las pruebas se veían afectadas por las diferencias entre los pacientes de la misma cohorte.

Otra ventaja es que los médicos pueden adaptar el tratamiento en base a esta información individualizada.

En dos estudios piloto, la tecnología trabajó con una confianza del 82%, comparable con el rendimiento de un monitor continuo de glucosa (CGM), pero a diferencia de un CGM, no es invasiva.

Los investigadores también desarrollaron un método de visualización para mostrar a los médicos qué parte de las señales del ECG se asociaba con la hipoglucemia en cada participante del estudio.¹⁰

Aunque el estudio era pequeño y sólo tenía como objetivo probar la viabilidad de las soluciones basadas en el aprendizaje profundo para controlar la hipoglucemia, los resultados son prometedores para la eliminación futura de la prueba con pinchazo en el dedo y otras aplicaciones para el aprendizaje automático.




DetECCIÓN TEMPRANA Y EFECTIVA DEL CÁNCER DE PRÓSTATA

El cáncer de próstata afecta a uno de cada ocho hombres. Un estudio actual de University of Chicago School of Medicine utiliza el aprendizaje profundo para examinar las IRM de múltiples parámetros de las glándulas prostáticas para detectar el cáncer. El objetivo es desarrollar un método de detección que sea más preciso que cualquier de los actualmente disponibles, mediante el cual se asista a los radiólogos en los diagnósticos. Al evitar falsos positivos e identificar casos de cáncer en una etapa temprana, el sistema puede evitar biopsias innecesarias de próstata. El resultado es una mejor calidad de vida para millones de hombres y un importante ahorro de costos.¹¹

PREVENCIÓN DE ATAQUES CARDÍACOS

Los investigadores del Institute for Biomedical Imaging de University of Iowa estudian el uso de la IA y las imágenes de tomografías de coherencia óptica (OCT) para detectar cambios en el tejido del corazón. Utilizan la IA para ayudar a pronosticar la probabilidad de que un paciente sufra un ataque cardíaco.

El proyecto usa la IA para clasificar tejidos coronarios y pronosticar vulnerabilidades en las placas coronarias al año luego del control médico inicial. El estudio también evalúa la posibilidad de que ocurran eventos cardiovasculares futuros. Los investigadores utilizan el poder del aprendizaje profundo para analizar las



Se utiliza la IA para ayudar a pronosticar la probabilidad de que un paciente sufra un ataque cardíaco.

las imágenes de OCT coronarias junto con los biomarcadores basados en el paciente. Y utilizan técnicas de IA para aprender las relaciones entre la información más temprana sobre el estado de la pared coronaria y los resultados clínicos observados un año más tarde.

El pronóstico exitoso basado en la IA de la vulnerabilidad de las placas coronarias permite que los médicos tomen medidas preventivas en el primer control, reduciendo la probabilidad de que el paciente sufra un ataque cardíaco




2

Flujos de trabajo: clínicos y administrativos

La IA tiene un innegable potencial de transformar muchos aspectos de la atención médica. Una gran categoría es simplificar los flujos de trabajo al llevar eficiencia a cada rol y cada tarea, ya sea clínica o administrativa. El objetivo principal es ofrecer una experiencia de mejor calidad para los pacientes, familiares y proveedores – desde el primer contacto y en cada encuentro, ya sea en el consultorio, en el hospital o en casa.

Flujos de trabajo clínicos

Desde el lado clínico, la IA puede tener un gran impacto en la eficiencia al reducir el tiempo para desarrollar planes de tratamiento. La oncología es un buen ejemplo. Estos planes son complejos y llevan tiempo para su elaboración, teniendo en cuenta las modalidades disponibles de tratamiento y las células cancerígenas objetivo así como la preservación del tejido sano. Con miles de ensayos clínicos en curso, hay más datos de los que un oncólogo podría sintetizar. Pero esta información podría ser crítica para el paciente.



ML y NLP pueden interpretar volúmenes de resultados del estudio y comparar los datos con un caso específico, para informar no solo el tratamiento sino también la mejor forma de brindarlo (otro proceso minuciosos que requiere mucho tiempo). Los sistemas de ML pueden crear un plan de tratamiento en minutos o incluso segundos.¹³ Los participantes de ensayos clínicos de cáncer de próstata, al comparar los planes de tratamiento generados por ML con aquellos creados por planificadores humanos expertos, consideraron que los planes de ML eran equivalentes.¹⁴ Además, la mayoría de los participantes tuvo dificultades a la hora de diferenciar entre los planes creados por expertos humanos y aquellos creados por el sistema de ML.

Los sistemas de ML pueden crear un plan de tratamiento en minutos o incluso segundos.

Flujos de trabajo administrativos

El lado administrativo de la atención médica es una de las áreas más reconocidas de valor de la IA. Según *Business Insider Intelligence*, el 30% de los costos del sector de la salud están relacionados con las tareas administrativas.¹⁵ Muchas de estas tareas están listas para su automatización, incluyendo las preautorizaciones de seguro médico, el seguimiento de facturas impagas y el mantenimiento de las historias clínicas.

Se puede utilizar el procesamiento de lenguaje natural (NLP) para analizar los datos de historias clínicas electrónicas (EHR) y convertir datos no estructurados en un formato computarizado. Esto es muy importante para consolidar las notas manuscritas, el dictado por voz y la información ingresada en computadoras en las historias clínicas electrónicas de pacientes.

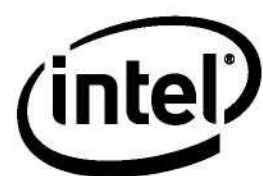
El enfermero promedio en los Estados Unidos dedica el 25% de su tiempo de trabajo en actividades regulatorias y administrativas.¹⁶ La automatización robótica de procesos (programas de computación, no robots físicos) puede aplicarse a una amplia gama de estas actividades, tales como el calendario de pacientes, el procesamiento de reclamos y la gestión de registros médicos. Esta tecnología realiza tareas estructuradas y repetitivas que involucran sistemas de información, muy similar a una persona siguiendo un guion o un conjunto de normas. Es una tecnología de relativo bajo costo y fácil de programar.

La IA también puede ayudar a procesar solicitudes de rutina tales como el relleno de medicamentos o notificaciones de resultados de estudios.

Todos estos casos de uso de la IA permiten que el personal de atención de pacientes pueda dedicar más tiempo a abordar inquietudes de los pacientes y menos tiempo ingresando a personas. Los médicos y enfermeros pueden dedicar más tiempo a la interacción con pacientes y menos tiempo a tareas administrativas, electrónicas u otras. El análisis de datos también se ha convertido en un componente clave de las operaciones y esfuerzos de las organizaciones por aumentar la eficiencia y la rentabilidad – desde la recepción hasta las oficinas de soporte, incluyendo el inventario de suministros.

Simplificar la documentación clínica

La llegada del reconocimiento de voz y dictado ha simplificado de alguna manera el proceso de documentación clínica, pero algunos consideran que las herramientas de NLP podrían utilizarse mucho más.¹⁷ Podrían traer cambios tales como grabar por video los controles médicos y usar la IA y el aprendizaje automático para clasificar las grabaciones para buscar la información. El futuro también podría llevar inteligencia incorporada a asistentes virtuales a la habitación de los pacientes para que los médicos utilicen en el ingreso de pedidos.





Participación y comodidad de los pacientes

Las industrias están adoptando cada vez más modelos de autoservicio que permiten que los clientes realicen tareas en el momento y lugar que desean, en sus propios dispositivos. La IA puede ayudar al área de la salud a hacer lo mismo. Algunos beneficios del autoservicio son menores costos, menores tiempos de espera de los pacientes, menores errores, opciones de pago más simples y una mayor satisfacción del paciente. Algunas organizaciones de proveedores también ofrecen portales interactivos en línea con chatbots impulsados por NLP para ayudar con el relleno de medicamentos y otras simples tareas administrativas para una experiencia personalizada y siempre disponible.

.....





3

Medicina de precisión: individuo y población

Una de las áreas de más rápido crecimiento en el área de la salud es la medicina de precisión. Esto significa diagnóstico, tratamiento y pronóstico personalizados para un paciente individual – basado en la información proporcionada por el análisis de datos no solo del paciente en particular sino de millones de pacientes, ahora y en el tiempo. Muchos consideran que este nivel de información permitirá que los científicos y médicos pronostiquen y comiencen a prevenir las actuales enfermedades crónicas y mucho más.

Hacerlo personal

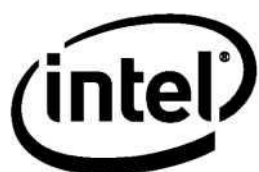
A una escala más modesta, esta información permite, para cada paciente, obtener un diagnóstico más preciso y un tratamiento más efectivo. En la medicina de precisión, se ajusta el diagnóstico y el tratamiento a la manifestación de la enfermedad exclusiva del paciente y su receptividad a las terapias, en base a su historial genético y ambiental.

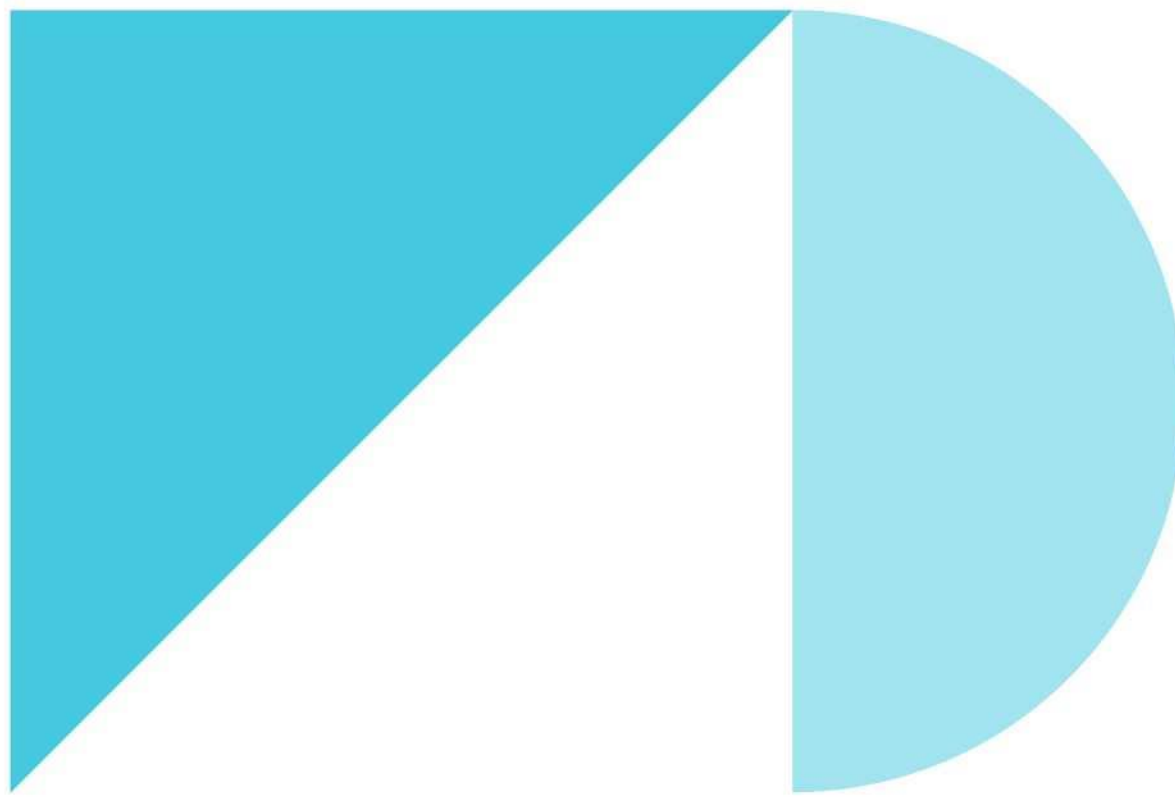
La experiencia de vida incluye los determinantes sociales de la salud (SDOH) tales como lugar de nacimiento, vivienda, dieta, lugar de trabajo e ingreso, que la Organización Mundial de la Salud ha relacionado con el estado de salud de las personas.

Los bloques fundacionales de la medicina de precisión son la IA y la genómica. Los avances en el análisis genómico y la secuenciación de próxima generación abrieron un mundo de conocimiento. La genómica y la IA, ambas impulsadas por una computación de alto rendimiento, ofrecen a los científicos formas innovadoras de extraer e integrar datos de la atención médica y la genómica para hacer realidad a la medicina de precisión.

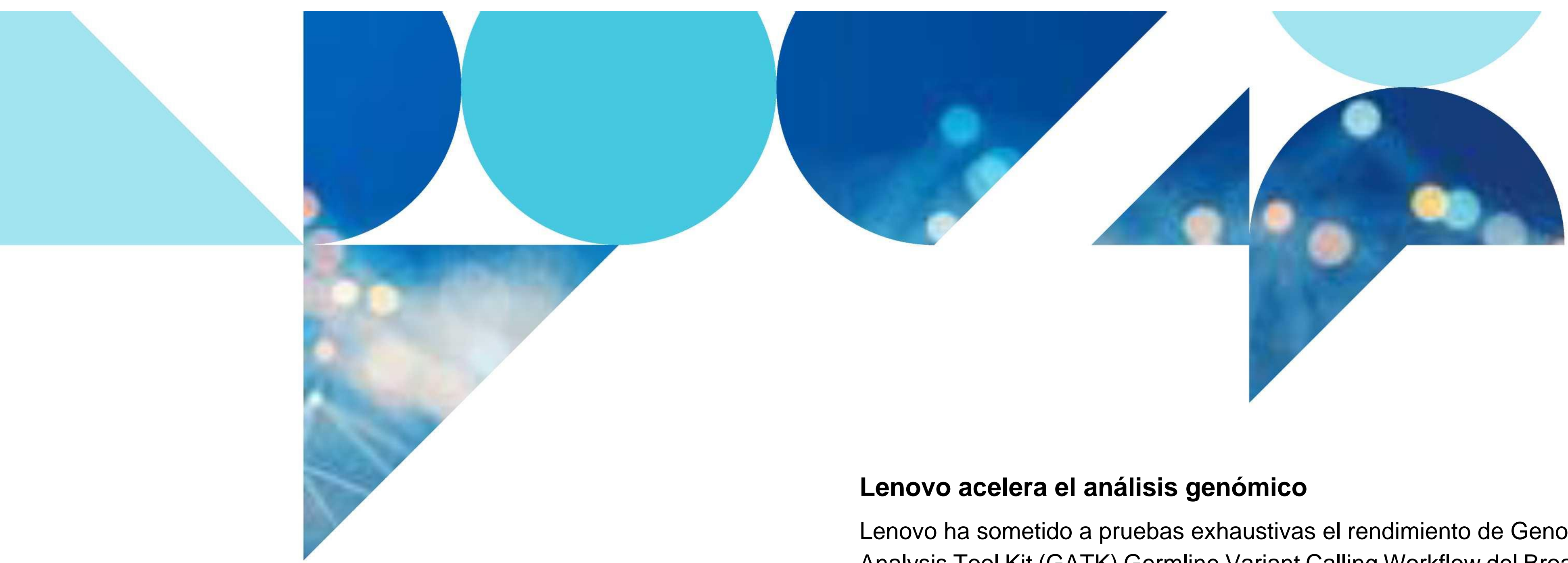
El aprendizaje automático (ML) proporciona a los médicos más información de la que alguna vez tuvieron a su alcance para ayudar a diagnosticar y diseñar tratamientos individualizados para cada paciente. Un ejemplo son los datos de la cada vez mayor cantidad de dispositivos portátiles que controlan el ritmo cardíaco y la presión arterial. El ML compara los datos recopilados de un paciente individual con los datos de grupos de pacientes. Esta comparación es posible en gran medida por el procesamiento de lenguaje natural (NLP), que estandariza los registros de pacientes en grupos de datos, reuniendo información de una gran cantidad de pacientes. Esta información puede luego utilizarse para identificar tendencias de enfermedades y pronosticar qué tratamientos son más exitosos dentro de cierta categoría de pacientes. Y ayuda a pronosticar la probabilidad de que un paciente específico contraiga una enfermedad en base a su predisposición genética y SDOH.

Lenovo





La genómica y la IA, ambas impulsadas por una computación de alto rendimiento, ofrecen a los científicos formas innovadoras de extraer e integrar datos de la atención médica y la genómica para hacer realidad a la medicina de precisión.



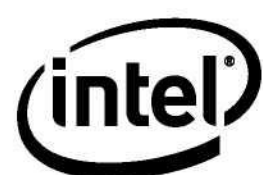
Acelerar la computación de alto rendimiento (HPC) para la genómica a nivel población¹⁹

Lograr una medicina de precisión a escala de la población requiere de niveles sin precedentes de una computación de alto rendimiento. De hecho, dos de tres etapas del análisis biomédico basado en la genómica requieren de una súper capacidad de procesamiento. El aumento de la producción genómica depende en gran medida del aumento de tecnologías de computación de alto rendimiento. Lograr el alcance del análisis necesario para obtener información útil y oportuna de las poblaciones significa velocidad y capacidad de procesamiento. Las compañías de tecnología están trabajando en el desarrollo de hardware y software que optimice los sistemas existentes para que puedan realizar pedidos de análisis de magnitud en plazos más cortos.

Lenovo acelera el análisis genómico

Lenovo ha sometido a pruebas exhaustivas el rendimiento de Genome Analysis Tool Kit (GATK) Germline Variant Calling Workflow del Broad Institute – unas herramientas utilizadas por los investigadores para realizar análisis genómico. El proyecto examinó variantes en el hardware, puestas a punto de los sistemas, tipos de datos, modos de ejecución e implementaciones de software. El objetivo era encontrar una configuración óptima para acelerar las velocidades a las cuales se agrupan y analizan los genomas. Como resultado, Lenovo desarrolló su Herramienta de Escalabilidad y Optimización Genómica (GOAST).

Para los centros de datos que no utilicen hardware y software optimizados, procesar un único genoma lleva entre 150 y 160 horas. El trabajo con Intel® en 2017 redujo el tiempo de procesamiento a 10,8 horas. Ahora, con la herramienta GOAST de Lenovo, se puede procesar un genoma completo en aproximadamente una hora. Al utilizar el hardware optimizado por la genómica de Lenovo, un centro de datos puede estimar que procesará 23 genomas completos por nodo por día.



Una mejor salud gracias a la IA

Desarrollar soluciones de inteligencia artificial para mejorar la atención médica alrededor del mundo es el trabajo de muchas organizaciones y miles de personas. A medida que se avanza con la investigación y el desarrollo surgirán nuevas posibilidades y potenciales aplicaciones de salud, ampliando aún más el horizonte.

Incluso en tanto los científicos trabajan para cumplir la promesa de la IA de hacer que la atención sanitaria pase de tratar enfermedades a prevenirlas, las primeras aplicaciones están avanzando a los entornos clínicos.

Para los clínicos, esto implica aliviar su carga de trabajo, simplificando los controles de pacientes y extendiendo el diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Para los sistemas sanitarios, significa una mayor eficiencia, un mejor uso de recursos y mejores resultados para los pacientes. Para los pacientes, significa un sistema sanitario más práctico, médicos con la capacidad de realizar diagnósticos más informados y tratamientos específicos para cada persona.

La investigación y aplicación de la IA resultan en una mejor salud para los seres humanos – el objetivo de cualquiera involucrado en esta misión.



Lenovo
Health



Ponte en contacto con tu **Representante de Cuentas de Lenovo Health** o socio comercial local



Visita www.Lenovo.com/Health



Síguenos en Twitter @LenovoHealth

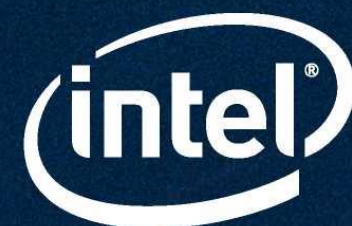


Envía un correo electrónico a Lenovo Health a HealthTeam@Lenovo.com

Fuentes

1. Price, W. Nicholson II. The future of artificial intelligence in health care: How AI will impact patients, clinicians, and the pharmaceutical industry. s.l. : The Brookings Institution's Artificial Intelligence and Emerging Technology (AIET), November 14, 2019.
2. The future of artificial intelligence in health care: How AI will impact patients, clinicians, and the pharmaceutical industry. s.l. : Deloitte Development LLC, 2019.
3. AI in Healthcare Market Worth \$31.3 Billion by 2025: Grand View Research, Inc. Bloomberg, December 16, 2019.
4. Taulli, Tom. AI (Artificial Intelligence): What's The Next Frontier For Healthcare?" October 12, 2019, *Forbes* (Online).
5. <https://www.businessinsider.com/ibms-watson-wants-to-read-medical-scans-2015-8>
6. <https://ro.uow.edu.au/eis/papers/1561/>
7. A comparison of deep learning performance against health-care professionals in detecting diseases from medical imaging: A systematic review and meta-analysis. Liu, Xiaoxuan, Faes, Livia et al., 6, s.l. : Elsevier Ltd, October 1, 2019, *The Lancet Digital Health*, Vol. 1.
8. Study shows that Google's AI can detect breast cancer as accurately as expert radiologists. *International Business Times* (Online). January 02, 2020. <https://www.ibtimes.sg/study-shows-googles-ai-can-detect-breast-cancer-accurately-expert-radiologists-36971>.
9. Stand-alone artificial intelligence — The future of breast cancer screening? Ioannis Sechopoulos, Ritse M. Mann. *The Breast*, Vol. 49, pp. 254-260. Hoboken, NJ: Wiley, February 2020.
10. Precision Medicine and Artificial Intelligence: A Pilot Study on Deep Learning for Hypoglycemic Events Detection based on ECG. Porumb, M., Stranges, S., Pescapè, A. et al.s.l. : *Nature*, January 13, 2020, *Scientific Reports*, Vol. 10, p. 170.
11. Implementing Deep Learning in Prostate Cancer Diagnosis. Lin, Ping-Chang, Runesha, Hakizumwami Birali and Szasz, Teodora, Puente, Jaime. Denver, CO. The International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage, and Analysis. November 2019.
12. Zhang, Honghai, et al. LOGISMOS-JE1: Segmentation using optimal graph search and just-enough interaction; from *Handbook of Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention*, S. Kevin Zhou, Daniel Rueckert and Gabor Fichtinger (Eds.). s.l. : Elsevier, 2020.
13. <https://s3-prod.modernhealthcare.com/2019-12/us-lshc-artificial-intelligence.pdf>
14. Evaluation of a Machine-Learning Algorithm for Treatment Planning in Prostate Low-Dose-Rate Brachytherapy. Nicolae A., Morton G., Chung H., Loblaw A., Jain S., Mitchell D., Lu L., Helou J., Al-Hanaqta M., Heath E., Ravi A. March 15, 2017, *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 97(4):822-829. <https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2016.11.036>, accessed June 24, 2019.
15. <https://www.businessinsider.com/artificial-intelligence-healthcare>
16. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6616181/>
17. <https://healthanalytics.com/news/top-12-ways-artificial-intelligence-will-impact-healthcare>
18. https://www.who.int/social_determinants/en/
19. Giraldo, Mileidy. Accelerating High Performance Computing (HPC) for Population-Level Genomics. *HPC Wire* (Online). September 30, 2019. <https://www.hpcwire.com/2019/09/30/accelerating-high-performance-computing-hpc-for-population-level-genomics/>.

© 2020 Lenovo. Todos los derechos reservados. Lenovo y el logotipo de Lenovo son marcas comerciales de Lenovo en los Estados Unidos y/o en otros países. Todas las demás marcas comerciales pertenecen a sus respectivos propietarios.



Smarter
technology
for all

Lenovo