

DOCUMENTO

INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) GENERATIVA

INTRODUCCIÓN

██████████
OCTUBRE DE 2024

Contenido

Introducción a la Inteligencia Artificial (IA) generativa	2
Breve historia	2
¿Cómo funciona? Y tipos de modelos	4
Modelos Variacionales de Autoencoders (Variational AutoEncoders VAE).....	4
Redes Generativas Antagónicas (GANs)	5
Modelos de Lenguaje Grandes (LLMs)	5
Aplicaciones prácticas	6
Retos y limitaciones	8
¿Qué es la Inteligencia Artificial Generativa Industrial (Gen IAI)?.....	10
Casos de uso de GenIAI	10
Diseño y desarrollo de productos	11
Procesos productivos	12
Robótica	13
Mantenimiento predictivo	13
Servicio al cliente	14
Retos de la Gen IAI.....	14
Calidad de los datos.....	15
Alucinaciones.....	15
Costes de computación	15
Implicaciones éticas	15
Implicaciones legales.....	15
Situación en España	16

Introducción a la Inteligencia Artificial (IA) generativa

La IA generativa es una rama de la IA que se enfoca en la creación de contenido nuevo y original, como texto, imágenes, música o código, a partir de modelos entrenados con grandes volúmenes de datos. A diferencia de la IA tradicional más dirigida a tareas de clasificación, predicción o detección de patrones, la IA generativa genera contenido nuevo a partir de patrones aprendidos, aunque sin reproducir directamente los datos de entrenamiento.



Midjourney user: endymion.arthur

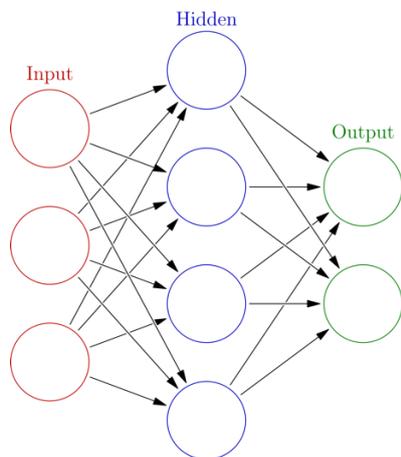
Breve historia

La IA generativa tiene sus raíces en los primeros esfuerzos por crear máquinas capaces de aprender y replicar patrones. En la década de 1950, el matemático **Alan Turing** ya había especulado sobre la posibilidad de que las máquinas generaran texto y música, aunque los primeros modelos generativos efectivos no aparecieron hasta décadas después.

La base teórica de la IA generativa se encuentra en las **Redes Neuronales Artificiales** (*Artificial Neural Network ANN*), un modelo computacional inspirado en el funcionamiento del cerebro humano. En la década de 1990, las ANN comenzaron a ganar popularidad gracias a los trabajos de investigadores como Geoffrey Hinton, Yoshua Bengio o Yann LeCun, quienes contribuyeron al renacimiento de este campo con el desarrollo del aprendizaje profundo (*Deep Learning DL*).

Las ANN están diseñadas para procesar información de manera similar a las neuronas del cerebro. Una red neuronal se compone de varias capas de “neuronas”, donde cada capa recibe una entrada, realiza cálculos matemáticos (principalmente multiplicaciones de matrices) y transfiere los resultados a la siguiente capa. Estas redes son capaces de aprender y mejorar su desempeño en tareas específicas mediante un proceso llamado entrenamiento basado en datos para ajustar los parámetros de la red,

y determinan la forma de realizar el procesamiento de la información. La ejecución de la red neuronal entrenada se conoce como inferencia.



Una red neuronal artificial es un grupo interconectado de nodos similar a la vasta red de neuronas en un cerebro biológico. Cada nodo circular representa una neurona artificial y cada flecha representa una conexión desde la salida de una neurona a la entrada de otra. Source: Wikimedia

Los modelos tradicionales de redes neuronales, como las redes neuronales recurrentes (*Recurrent Neural Network RNN*) o convolucionales (*Convolutional Neural Network CNN*), desempeñan un papel crucial en la IA, pero muestran algunas limitaciones como la paralelización de operaciones, el procesamiento de secuencias largas, que puede generar problemas de memoria y computación, o la existencia de muchos hiperparámetros para calibrar.

No fue hasta 2014 cuando se produjo un avance fundamental para la IA generativa: las Redes Generativas Antagónicas (*Generative Antagonistic Networks GAN*), propuestas por **Ian Goodfellow**. Las GAN combinan dos redes neuronales que compiten entre sí; mientras que una genera datos falsos, la otra trata de distinguir entre los datos generados y los reales, lo que impulsa a la red generadora a mejorar su capacidad.

Posteriormente, en 2017, un grupo de investigadores de Google propusieron la arquitectura Transformer¹, que permitió superar muchas de las limitaciones de las redes neuronales tradicionales. Basado en esta arquitectura, en 2018, el equipo de **OpenAI**, dirigido por **Ilya Sutskever** y **Sam Altman**, lanzó **GPT (Generative Pre-trained Transformer)**, un modelo de lenguaje capaz de generar texto a partir de una entrada dada. Con el tiempo, el modelo GPT ha demostrado muy buen rendimiento en tareas de generación de texto. Por ejemplo, **GPT-3** en 2020 hizo posible la generación de texto casi indistinguible del escrito por una persona.

¹ <https://arxiv.org/abs/1706.03762>

¿Cómo funciona? Y tipos de modelos

El campo de la IA generativa ha evolucionado a lo largo de los años, con el desarrollo de diferentes modelos.

Modelos Variacionales de Autoencoders (Variational AutoEncoders VAE)

Propuestos por **Kingma y Welling**² en 2013, los **VAE** son un tipo de red neuronal que combina conceptos de redes neuronales y modelos probabilísticos, y está diseñada para aprender representaciones compactas y continuas de datos con el objetivo de generar nuevas muestras similares a los datos de entrenamiento.

Un VAE consta de dos partes principales: un **codificador** (*encoder*) que comprime los datos de entrada en una representación latente o versión reducida con las características más importantes; y un **decodificador** (*decoder*). A diferencia de un autoencoder tradicional, el VAE introduce un componente probabilístico, generando la representación latente como una distribución en lugar de un punto fijo.

A modo de ejemplo, se supone un set de entrenamiento compuesto por un conjunto de miles de imágenes de caras diferentes. Un VAE aprende a codificar cada cara en una representación latente de menor dimensión, donde cada punto en este espacio latente representa una versión comprimida de la cara original. Una vez que el modelo ha aprendido a generar estas representaciones latentes, se pueden tomar muestras aleatorias de este espacio para que el decodificador reconstruya nuevas imágenes de caras. Estas caras serán similares a los datos de entrenamiento aunque no pertenezcan a personas reales, es decir, tendrán características humanas plausibles (como ojos, nariz, boca en posiciones realistas), pero serán combinaciones nuevas y únicas de las características de las caras de entrenamiento.

El enfoque probabilístico de los VAE permite su utilización en la **generación de imágenes** y la **síntesis de datos**. Por ejemplo, en aplicaciones como thispersondoesnotexist.com, las caras generadas son el resultado de un modelo que ha aprendido a representar los patrones faciales comunes en imágenes reales y luego genera nuevas muestras al recorrer este espacio latente continuo. Además, los VAE se utilizan en la **compresión de datos**, en el procesamiento de señales, como la **sintetización de música** o audio, y en la exploración de espacios latentes para tareas creativas y científicas, como el desarrollo de moléculas.

² <https://arxiv.org/abs/1312.6114>

Redes Generativas Antagónicas (GANs)

Las **Redes Generativas Antagónicas** (*Generative Adversarial Networks GAN*) son un tipo de modelo creado en 2014 por **Ian Goodfellow**³, que incluyen dos redes neuronales que compiten entre sí: una red generadora (**Generator**), que se encarga de crear datos artificiales (imágenes, texto, audio) y una red discriminadora (**Discriminator**), que evalúa si los datos son reales o generados. Ambas redes se entrenan juntas, de modo que el generador intenta mejorar su capacidad para engañar al discriminador, mientras que este último trata de mejorar su capacidad para identificar las falsificaciones. A medida que se desarrolla esta competencia, el generador se vuelve cada vez mejor en la creación de datos que parecen auténticos.

Las GAN se aplican en diversos campos. Por ejemplo, se utilizan en la **generación de imágenes realistas** a partir de descripciones textuales, en la creación de **arte digital**, o en la producción de **videos y caras falsos** conocidos como “deepfakes”. En el campo de la medicina, se emplean para **generar imágenes médicas sintéticas** que pueden ayudar a entrenar otros modelos sin depender de datos sensibles. También se utilizan en la **mejora de la resolución de imágenes** (super-resolución) y en la simulación de escenarios en **videojuegos** o **realidad virtual**.

Modelos de Lenguaje Grandes (LLMs)

Los **Modelos de Lenguaje Grandes** (*Large Language Models LLM*) son un tipo de modelo de IA entrenado para procesar y generar lenguaje natural, que se basan en arquitecturas de DL, especialmente los **Transformers**. Los LLMs, como GPT (*Generative Pre-trained Transformer*) y BERT (*Bidirectional Encoder Representations from Transformers*), son capaces de generar texto de manera coherente al haber sido entrenados con grandes cantidades de datos textuales.

Los LLMs utilizan grandes corpus de texto (libros, artículos, sitios web, etc.) para su entrenamiento, de modo que el modelo aprende a predecir la próxima palabra en una secuencia a partir del contexto anterior para generar texto coherente y gramaticalmente correcto. Estos LLMs están compuestos por miles de millones de parámetros que ajustan la forma en que el modelo comprende y genera el lenguaje. Dichos parámetros se entrenan utilizando grandes cantidades de datos y recursos de cómputo, con el objetivo de reconocer patrones complejos y relaciones semánticas en el lenguaje.

Además, los LLMs se basan en la arquitectura Transformer, que les permite manejar largas secuencias de texto de manera más eficiente que los modelos anteriores, como los modelos de redes recurrentes (RNNs) o LSTMs. Uno de los componentes clave de esta efectividad es el mecanismo de **atención**, que permite que el modelo se enfoque

³ <https://arxiv.org/abs/1406.2661>

en diferentes partes del texto de manera dinámica en función de la tarea que está realizando. Este mecanismo permite el acceso a todas las palabras de la secuencia frente a modelos previos, que procesan las secuencias de texto de forma lineal (palabra por palabra) y por lo tanto, pueden olvidar información importante a medida que aumenta la longitud del texto. Así, el modelo puede capturar dependencias a largo plazo entre palabras (ventana de atención). Por ejemplo, si un LLM está procesando una frase larga como “*El cepillo de dientes que está sobre la pica del baño es de color verde*”, el modelo puede “prestar atención” y reconocer que “cepillo” y “verde” están relacionados, aunque haya varias palabras en medio.

Aplicaciones prácticas

Esta sección muestra un conjunto de ejemplos y aplicaciones prácticas de la IA generativa para diferentes tipos de contenidos.

Generación y edición de imágenes.

- **Dall-e** (<https://openai.com/index/dall-e-2/>) de la empresa OpenAI.
- **Midjourney** (<https://www.midjourney.com/home>) del laboratorio de investigación independiente Midjourney.
- **Stable Diffusion Image** (<https://stability.ai/stable-image>) de la empresa Stability AI.
- **Flux.1** (<https://blackforestlabs.ai/#get-flux>) de la empresa Black Forest Lab de los creadores originales de Stable Diffusion.

Generación y edición de video.

- **Stable Diffusion Video** (<https://stability.ai/stable-video>) para la generación de video a partir de un texto (prompt).
- **Runway** (<https://runwayml.com/>) para la generación de video a partir de un texto.
- **DeepBrain** (<https://www.deepbrain.io/>) para el desarrollo de avatares de IA realistas, conversión de texto a voz natural y funciones de creación de vídeos a partir de texto.
- **Colossyan** (<https://www.colossyan.com/>) para la creación de videos a partir de texto con avatares.
- **HeyGen** (<https://heygen.com/>) para la creación de clones de personas, que se mueven de manera realista y pueden hablar en diferentes idiomas.

Generación y edición de música.

- **AIVA** (<https://www.aiva.ai/>) para la composición de música instrumental de diversos estilos (desde música clásica hasta bandas sonoras para cine). Los

usuarios guían a la IA con ciertos parámetros para generar composiciones originales.

- **OpenAI Jukebox** (<https://openai.com/index/jukebox/>) de OpenAI para la generación de música en diversos géneros y estilos, incluyendo canciones con voces.
- **Soundraw** (<https://soundraw.io/>) para generar música personalizada en tiempo real. Está enfocada en la creación de música para vídeos, anuncios y proyectos creativos.

Generación de proteínas y moléculas.

- **Alphafold** (<https://deepmind.google/technologies/alphafold/>) desarrollado por DeepMind para la predicción precisa de las estructuras 3D de proteínas a partir de su secuencia de aminoácidos.
- **RoseTTAFold** (<https://www.ipd.uw.edu/2021/07/rosettafold-accurate-protein-structure-prediction-accessible-to-all/>) para la predicción de la estructura de proteínas y el diseño de proteínas desde cero.
- **RFDiffusion** (<https://www.bakerlab.org/2023/07/11/diffusion-model-for-protein-design/>).

Generación de videojuegos

- **Scenario AI** (<https://www.scenario.com/>) para la creación de escenarios y personajes de juegos alineados con la estética del juego utilizando texto.
- **GameNGen** (<https://gamengen.github.io/>) para generar el juego Doom.
- **Charisma AI** (<https://charisma.ai/>) basada en IA generativa para crear personajes interactivos y narrativas dinámicas en juegos.
- **AI Dungeon** (<https://aidungeon.com/>), juego de aventuras basado en texto impulsado. Los jugadores pueden interactuar libremente con el mundo del juego, y la IA genera respuestas y escenarios adaptativos que cambian según las elecciones del jugador.

Educación

- **Khanmigo** (<https://www.khanmigo.ai/>) para ofrecer apoyo personalizado durante el proceso de aprendizaje en la Khan Academy.
- **Curipod** (<https://curipod.com/>) para crear lecciones de forma interactiva.
- **Eduaide AI** (<https://www.eduaide.ai/>) para la ayuda a la planificación de lecciones y la creación de recursos didácticos.

Marketing y publicidad

- **Copy AI** (<https://www.copy.ai/>) para la creación de correos electrónicos, publicaciones para redes sociales, textos para blog o descripciones de producto.
- **Jacquard** (<https://www.jacquard.com/>) para la generación de mensajes publicitarios personalizados.
- **Frase** (<https://www.frase.io/>) para SEO y creación de contenidos que ayuda a creadores de contenidos y profesionales del marketing digital a producir contenidos SEO.

Retos y limitaciones

Tal y como se ha presentado previamente, la IA generativa presenta infinidad de usos y aplicaciones, aunque es necesario subrayar que esta nueva tecnología presenta diversos retos y limitaciones que se deberán superar en los próximos años:

- **Calidad y coherencia del contenido.** Uno de los principales retos de la IA generativa es la coherencia del contenido, ya que los modelos pueden generar respuestas que son incorrectas o carecen de sentido, aunque parezcan plausibles. Este fenómeno conocido como “alucinaciones” tiene lugar cuando la IA genera información que no está respaldada por los datos de entrenamiento o que no tiene base en la realidad. Las alucinaciones son problemáticas, especialmente en aplicaciones donde la precisión es importante.
- **Ética y sesgos.** Aunque no es exclusivo de la IA generativa, sus modelos pueden heredar sesgos presentes en los datos de entrenamiento, lo que puede generar contenido parcial o discriminatorio. Por ejemplo, algunos modelos han mostrado sesgos de género, raza o clase, reproduciendo estereotipos negativos. Además, existen preocupaciones éticas sobre el uso de la IA generativa para crear contenido falso o manipulador, como los *deepfakes*, que pueden usarse para desinformar o difamar.
- **Propiedad intelectual.** El contenido generado por la IA generativa plantea dudas sobre los derechos de propiedad intelectual. Por ejemplo, si una IA genera una obra de arte, una pieza musical o un texto, ¿quién es el propietario de ese contenido? También surgen conflictos cuando los modelos de IA generativa se entrenan con datos sujetos a derechos de autor sin el consentimiento de los autores originales, como es la reciente denuncia de Universal, Sony y Warner a startups de música generada con AI⁴.

⁴ <https://www.europapress.es/portaltic/sector/noticia-universal-sony-warner-demandan-empresas-ia-suno-udio-entrenar-modelos-canciones-copyright-20240625134959.html>

- **Consumo de recursos.** Los modelos de IA generativa requieren enormes cantidades de datos, capacidad de cálculo y energía para ser entrenados. El costo ambiental de entrenar estos modelos es significativo debido a la alta demanda de procesamiento en centros de datos. Aunque los datos no son públicos, se estima⁵ que entrenar GPT-3 generó 500 toneladas de CO₂.

Además, el alto costo económico de entrenar y ejecutar estos modelos no está al alcance de muchas organizaciones. Se estima⁶ que los costos de entrenamiento de GPT-4 de OpenAI y Gemini Ultra de Google son aproximadamente de \$78 millones y \$191 millones, respectivamente.

Estos problemas han impulsado la investigación en modelos más eficientes que logren resultados similares utilizando menos recursos, tanto computacionales como energéticos, como la aplicación de redes tensoriales⁷ (Tensor Networks) para la compresión de modelos⁸.

⁵ <https://www.technologyreview.com/2022/11/14/1063192/were-getting-a-better-idea-of-ais-true-carbon-footprint/>

⁶ https://aiindex.stanford.edu/wp-content/uploads/2024/04/HAI_AI-Index-Report-2024.pdf

⁷ <https://arxiv.org/abs/1306.2164>

⁸ <https://arxiv.org/abs/2401.14109>

¿Qué es la Inteligencia Artificial Generativa Industrial (Gen IA)?

La Inteligencia Artificial Generativa (Gen IA) es una de las tecnologías más populares en la actualidad, con muchas organizaciones explorando sus aplicaciones y beneficios potenciales. La Gen IA es un tipo de Inteligencia Artificial (IA) que genera nuevos datos, contenidos o soluciones a partir de patrones y conocimientos derivados de los datos existentes. A diferencia de los modelos de IA tradicionales que se basan en reglas predefinidas o entrenamiento sobre grandes conjuntos de datos anotados, los modelos generativos aprenden de los datos enriquecidos de contexto para crear contenidos innovadores que simulan las características de los datos de entrenamiento. De esta forma, las máquinas pueden aprender de datos de una planta o proceso industrial para generar datos completamente nuevos.

Los modelos fundacionales basados en *Transformers* constituyen la tecnología base de la Gen IA. Un Transformer es un tipo de red neuronal artificial entrenada utilizando algoritmos de *Deep Learning* (DL) que aprende del contexto. Aunque las tecnologías de DL son la base de muchos avances de la IA tradicional, existen ciertas diferencias con los modelos fundacionales (BERT, GPT, Titan, BLOOM), ya que estos se entrenan con grandes conjuntos de datos generalizados y sin etiquetar, capaces de realizar una gran variedad de tareas generales como comprender el lenguaje, generar texto e imágenes y conversar en lenguaje natural.

Junto a los modelos fundacionales que se pueden considerar como el “cerebro” de la Gen IA, ha surgido un ecosistema que permite el uso de esta tecnología. De esta manera, el hardware especializado proporciona la capacidad de cómputo necesaria para entrenar estos modelos, las plataformas cloud permiten aprovechar este hardware, y los proveedores de algoritmos de *Machine Learning* (ML) y modelos ofrecen las herramientas y tecnologías que necesita una organización para adaptar un modelo fundacional e implementar las aplicaciones customizadas.

En relación a su aplicación a la industria manufacturera, es importante destacar que la IA tradicional está mejor preparada para tareas como la detección de fallos, las analíticas de producción o la optimización de las variables de funcionamiento, frente a la Gen IA. Sin embargo, esta última juega un papel complementario en el concepto de “factory of the future”, ya que sus capacidades permiten automatizar y mejorar las actividades productivas y apoyar a los trabajadores.

Casos de uso de GenIA

Las aplicaciones de la Gen IA demuestran que esta tecnología tiene un gran potencial para crear nuevos productos y servicios, automatizar algunos procesos o mejorar la

eficiencia operativa. A continuación, se plantean algunos ejemplos reales de casos de uso en los procesos productivos (Figura 1).



Figura 1 Ejemplos de Gen IA aplicados a todo el ecosistema industrial (Fuente: McKinsey & Company).

Diseño y desarrollo de productos

Una de las principales contribuciones de la Gen IA es su capacidad de creación de productos combinando esquemas básicos, modelos 3D y planos de ingeniería para acelerar los procesos de diseño industrial. Esta tecnología optimiza el diseño de productos para proponer nuevas soluciones a partir de los diseños existentes gracias al análisis de parámetros y requerimientos funcionales, patrones y tendencias del mercado, caracterización de la demanda y restricciones en la producción. Esto no sólo supone un ahorro en tiempo y recursos, sino que también permite la creación de productos alineados con las necesidades y preferencias de los consumidores.

Algunas compañías del sector de la automoción como BMW o Tesla ya utilizan la Gen IA para el diseño y optimización de piezas del vehículo. Estas empresas generan diseños

optimizados que mejoran la eficiencia, la seguridad y el consumo de combustible gracias al entrenamiento de los modelos con grandes cantidades de datos de sensores y métricas de funcionamiento. Por otro lado, el instituto de investigación de Toyota ha desarrollado una plataforma que integra bocetos de diseño y requisitos de ingeniería con herramientas de Gen IAI basadas en texto a imagen. Igualmente, General Motors está usando la Gen IAI para repensar el anclaje del asiento en sus nuevos vehículos, reduciendo el peso hasta en un 40% a la vez que se mantiene la integridad de la estructura. También se deben reseñar las aplicaciones en las empresas biofarmacéuticas como el caso de *Terray Therapeutics*, que aplica la Gen IAI para mejorar el descubrimiento de nuevos medicamentos gracias a los nuevos diseños optimizados de moléculas.

Finalmente, la Gen IAI permite crear prototipos virtuales altamente realistas para testear y redefinir los diseños de los productos antes de su producción. De esta forma, es posible reducir los riesgos de errores o retrasos posteriores en el proceso de producción. En el sector de la aeronáutica, Airbus utiliza el diseño generativo para reducir el peso de los tabiques del avión en más de un 45%, manteniendo la seguridad integral. Dichos tabiques deben cumplir con parámetros estrictos para su peso, tensión y desplazamiento en caso de una caída.

Procesos productivos

Además del diseño, la Gen IAI puede optimizar los procesos productivos. Algunas empresas como Siemens, ABB o Schneider Electric, están implantando copilotos basados en Gen IAI para ayudar a los operadores de las máquinas, ingenieros de sistemas y técnicos en la identificación y análisis de problemas operativos, y generar un plan de acción con medidas correctoras para actuar de forma más rápida. Así, Siemens ha integrado un copiloto conectado a la plataforma de ingeniería, que permite el acceso a toda la documentación, guías y manuales relevantes para ayudar a los operarios en fábrica en la identificación de errores potenciales. Igualmente, Ferrovial ha desarrollado sistemas que simplifican el acceso a la información y análisis de documentos.

Estos sistemas copiloto pueden ayudar a los operarios menos expertos en la toma de decisiones o en los ajustes automáticos de configuración como lo haría un experto. Su contribución es relevante en aquellos puestos de trabajo donde la pérdida de conocimiento experto y/o la escasez de mano de obra cualificada suponen un impacto en la calidad y el rendimiento de los procesos de producción. La empresa Rehau en colaboración Xitaso y varias universidades ha desarrollado un copiloto basado en técnicas de aprendizaje neuro-simbólico para los procesos de extrusión, que incorpora el conocimiento experto y ayuda en la toma de decisiones.

Otra área de aplicación es la generación de datos sintéticos de entrenamiento para los sistemas de IAI tradicional, como el control de calidad basado en visión por computador, de modo que se puedan mapear diferentes tipos de fallos y sus variantes antes de que ocurran. De esta forma, se acelera la puesta en marcha de los sistemas, ya que se elimina la necesidad de recopilar datos de entrenamiento reales. Por ejemplo, Bosch está realizando un piloto en la planta de Hildesheim para detectar fallos en la producción de estatores, que combina la generación de imágenes reales y sintéticas generadas por Gen IAI para el entrenamiento de los sistemas de visión para el control de calidad. Mientras que las personas son capaces de detectar entre el 70 y el 90% de los fallos, este nuevo sistema alcanza casi el 100%.

Finalmente, la Gen IAI se puede aplicar en la gestión de inventarios, un proceso que aborda los retos de la predicción correcta de la demanda, la visibilidad del inventario y el sobrestocaje. Esta tecnología es capaz de analizar las series de datos de ventas, las tendencias del mercado y otros datos para optimizar el requerimiento de stock en tiempo real.

Robótica

Las aplicaciones de Gen IAI mejoran la programación de las máquinas, ya que utilizan entradas de texto para generar código o bloques de código de forma automática, reduciendo los recursos necesarios y los costes asociados. En la Hannover Messe de 2023, Microsoft y Siemens mostraron un sistema que utiliza ChatGPT para generar código para PLCs utilizando el lenguaje natural, de modo que los ingenieros únicamente tendrán que revisar, ajustar y finalizar el código.

En este sentido, las investigaciones más disruptivas están explorando el uso de la Gen IAI para la autoconfiguración de las máquinas y los robots en nuevos entornos. La Gen IAI en combinación con las bases de datos reales de los robots permitirá que los robots multimodales traduzcan los prompts en el lenguaje de los operarios en una secuencia de acciones que ejecute el sistema para realizar tareas de movimiento de materiales.

Otra de las aplicaciones es la codificación del conocimiento y experiencia de los trabajadores más experimentados que no dispongan de habilidades en la modelización y analíticas. La Gen IAI ayuda en la transformación del conocimiento e intuición basados en la experiencia de los trabajadores expertos en recomendaciones validadas basadas en datos.

Mantenimiento predictivo

La Gen IA puede jugar un papel importante en la transformación de los flujos de trabajo y en la predicción en el mantenimiento, ya que optimiza las operaciones gracias a la

interpretación de la telemetría de las máquinas y equipamientos para reducir el tiempo de parada, superar las ineficiencias operativas y maximizar su utilización

Las herramientas de Gen IAI pueden realizar recomendaciones que ayuden a la identificación de los mejores métodos para tareas concretas. Mientras que los algoritmos de IA tradicionales utilizan datos de diferentes sensores para identificar patrones, predecir fallos y actuar de forma proactiva en el mantenimiento, la Gen IAI automatiza la creación de texto y/o imágenes con las instrucciones paso a paso, incluyendo la lista de las piezas de recambio. De esta forma, el equipo de mantenimiento puede pasar más tiempo realizando las tareas que preparando las instrucciones.

A modo de ejemplo, Siemens ha incorporado una funcionalidad de Gen IA en su solución de mantenimiento predictivo *Senseye Predictive Maintenance*, de modo que sea más conversacional e intuitiva. El sistema de mantenimiento predictivo genera de forma automática modelos de comportamiento de una máquina y de los operarios de mantenimiento para orientar la atención y conocimientos del operario donde son más necesarios. La funcionalidad de Gen IAI ayuda a los usuarios a descubrir el conocimiento existente de todos sus sistemas y máquinas para seleccionar la acción más eficiente para el mantenimiento.

Servicio al cliente

Según un estudio reciente de Salesforce, el 80% de los clientes B2B esperan que sus proveedores les respondan e interactúen con ellos en tiempo real. Para satisfacer estas expectativas, muchas empresas están utilizando la Gen IAI para automatizar y acelerar el tiempo de resolución de las interacciones como la resolución de problemas con el producto, la petición de piezas de repuesto, el servicio de citas, o la información y operación del producto.

Los agentes conversacionales ofrecen una interacción natural y transparente con los usuarios a la vez que mantienen la imagen de la marca y las políticas internas. Su utilización permite mejorar de forma importante la experiencia de usuario y la eficiencia del servicio al cliente gracias a su capacidad para generar respuestas relevantes y consistentes a las preguntas.

Retos de la Gen IAI

Esta sección presenta algunos de los retos que abordan las empresas industriales para la aplicación de la Gen IAI.

Calidad de los datos

La industria genera una gran cantidad de datos de operación diariamente, por lo que uno de los principales retos es organizar y extraer información para la toma de decisiones, teniendo en cuenta la calidad de dichos datos (datos erróneos, ruido, falta de datos, datos duplicados). Dado que la calidad de los datos de entrenamiento tiene una gran influencia sobre los resultados generados por los algoritmos de Gen IA, se debe garantizar que los datos de entrenamiento sean representativos, sin sesgos y de gran calidad.

Alucinaciones

Dada la versatilidad de los modelos fundacionales, las empresas utilizan un único modelo para implementar diferentes casos de negocio, lo que no ocurría con los modelos de IA tradicional. De esta forma, un modelo fundacional que incorpora información sobre los productos de una empresa se puede utilizar potencialmente tanto para resolver preguntas de los clientes como para ayudar a los ingenieros a diseñar las nuevas versiones de dichos productos. Sin embargo, la forma de trabajo de los modelos fundacionales actuales hace que no sean adecuados para cualquier aplicación, dando lugar a fenómenos de alucinación. Por ello, actualmente es necesaria una supervisión humana en aquellas aplicaciones donde son necesarias la alta calidad, la fiabilidad y la explicabilidad.”

Costes de computación

El entrenamiento de los modelos de la Gen IA requiere importantes capacidades de computación, incluyendo capacidad de procesamiento de alto rendimiento y memoria significativa. Sin embargo, las PYMEs van a encontrar un reto importante en el entrenamiento y despliegue de estos modelos debido a su acceso limitado a este tipo de capacidades de computación.

Implicaciones éticas

La Gen IA puede generar contenidos que rocen las líneas éticas dando lugar a desinformación o mal uso, por lo que es necesario establecer manuales éticos y políticas de uso que ayuden a asegurar un uso responsable. Además, serán necesarias prácticas y políticas robustas para el gobierno de los datos, incluyendo tecnologías de anonimización de datos y métodos de encriptación, para mantener el cumplimiento de la regulación y estándares de los proyectos de Gen IA.

Implicaciones legales

La Gen IA incluye una serie de riesgos legales, incluyendo infringir los derechos de propiedad intelectual. Uno de los aspectos más controvertidos es la autoría de los contenidos, ya que se puede considerar que la Gen IA es la autora o bien que es el usuario que realiza las instrucciones. Otro aspecto está relacionado con la originalidad

de los contenidos generados y su elegibilidad para la protección de derechos. Actualmente, la regulación y legislación están evolucionando de forma rápida para solventar estas y otras cuestiones, por lo que es recomendable disponer de asesoramiento legal a la hora de implementar soluciones basadas en GenIAI.

Situación en España

Según un estudio reciente de Capgemini⁹ a nivel global, el 48% de las empresas manufactureras encuestadas están de acuerdo que la Gen IAI impulsará su industria, lo que indica el reconocimiento del potencial de la tecnología para transformar la manufactura. El 30% de los ejecutivos entrevistados afirman que sus empresas están realizando pilotos de Gen IAI, principalmente en el diseño de piezas a medida y en el mantenimiento predictivo. Hay que señalar que, en cualquier caso, la mayoría de los encuestados no consideran que la Gen IAI vaya a suponer un cambio disruptivo en sus modelos de negocio.

En España, se ha realizado el Primer Barómetro *Advanced Factories* sobre la Automatización y Robotización de la Industria Española, una encuesta realizada a los más de 27.000 directivos y profesionales asistentes a *Advanced Factories 2024*. Según los encuestados, la industria española necesita ponerse las pilas en cuanto a la aplicación de soluciones de IA en los procesos productivos. Esta tecnología que marcará un antes y un después en la manufactura avanzada no solo por su capacidad de simular y predecir fallos en la producción, sino también por transformar la forma en que interactuamos con la tecnología y el lenguaje con la IA generativa y los LLM, abriendo nuevas posibilidades y mejorando la eficiencia en todas las áreas de un negocio, desde la fabricación, a las operaciones, la distribución y la venta.

Uno de los mayores retos para el desarrollo e implementación de aplicaciones de Gen IAI en España es la falta de profesionales formados con las competencias técnicas adecuadas (conocimiento en redes neuronales y aprendizaje automático y profundo, programación, análisis de datos) así como un conocimiento del dominio industrial, fundamental para comprender los procesos y requerimientos propios de la Gen IAI. Para ello, se deberán implementar estrategias

⁹ <https://www.capgemini.com/insights/research-library/generative-ai-in-organizations/>