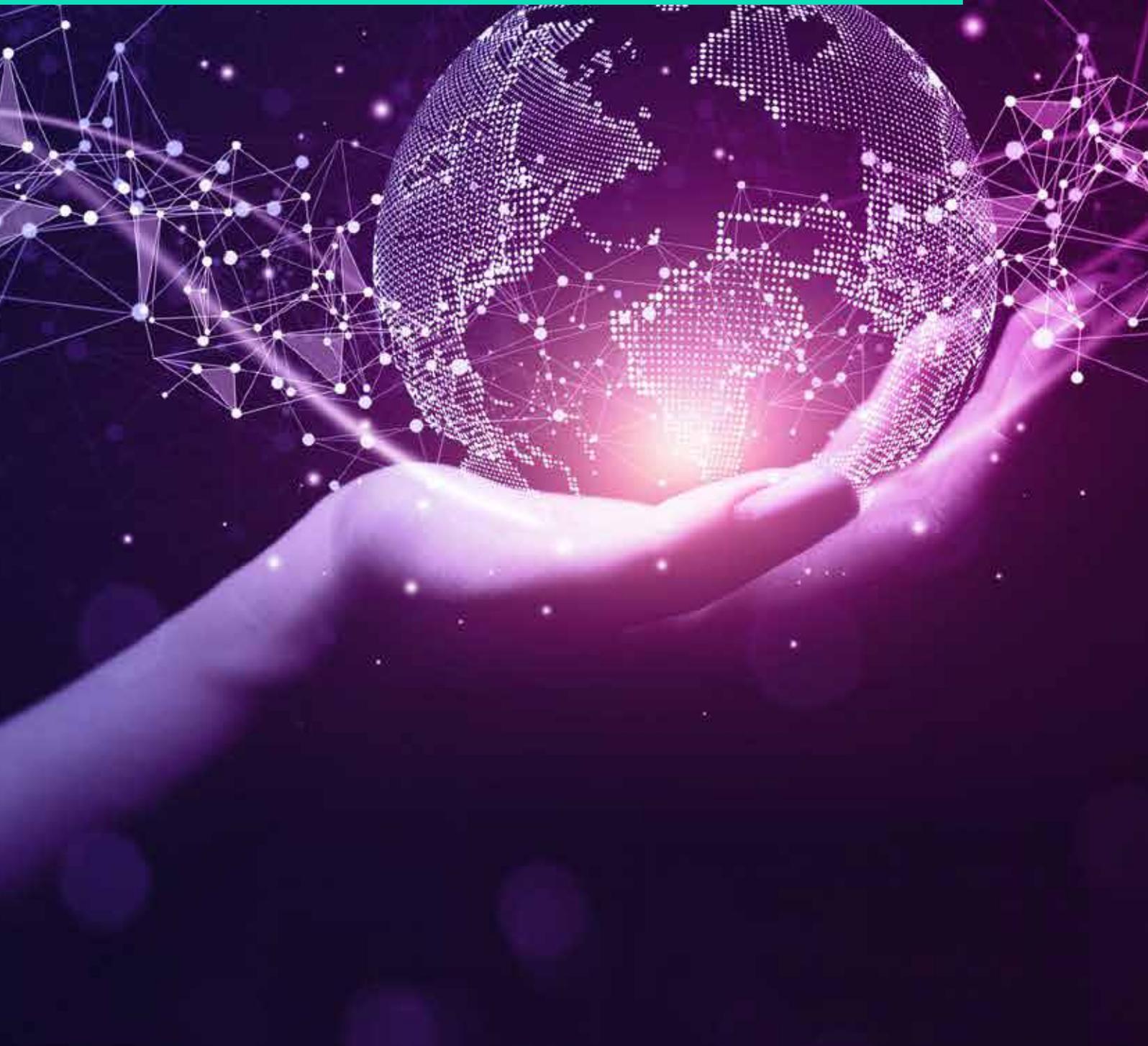




Enfoques o paradigmas de la inteligencia artificial



Enfoques o paradigmas de la inteligencia artificial

Introducción

A lo largo del tiempo, la inteligencia artificial específica se ha desarrollado mediante dos paradigmas distintos. Sin embargo, cuando se presentan los avances más novedosos a través de los medios de información, probablemente se trate de aquel que indiscutiblemente ha predominado y se ha consolidado durante las últimas décadas, el aprendizaje automático (*Machine Learning*). La mayoría de las tecnologías y aplicaciones actuales de inteligencia artificial funcionan bajo este enfoque, también conocido como conexionista. Además, durante mucho tiempo ha conseguido la mayor captación de recursos para investigación y desarrollo con respecto a otro tipo de soluciones.

Por otra parte, el origen del segundo paradigma es tan antiguo como el primero y se le conoce de diferentes maneras, desde inteligencia artificial simbólica hasta GOFAI (*"Good Old Fashioned AI"*, "buena IA al viejo estilo"). De acuerdo con Taulli (2019), este enfoque fue el más popular en todos los campos de estudios y aplicación hasta finales de los ochenta. Sus sistemas más famosos, llamados expertos, tuvieron su auge hasta que los aumentos dramáticos en potencia, almacenamiento y redes de las computadoras dieron como resultado una gran cantidad de datos de fácil acceso, a lo que Taulli (2019) llama como el combustible del aprendizaje automático. Por lo que incluir la experiencia de los humanos en los programas dejó de ser una necesidad. Además de que la mayoría de las veces, codificar manualmente el conocimiento y habilidades de

un profesional no es muy viable.

Explicación

En su trabajo, Sun (2015) explica que realmente no hay un paradigma único que pueda resolver todos los problemas relacionados con inteligencia y cognición, por lo que existe la necesidad de propuestas que integren a ambos. Y en efecto, ya hay organizaciones aplicando ese concepto. Un ejemplo de ello es presentado por Koyanagi (2021) en un reciente reportaje en el que presenta a Taiger, una compañía dedicada a brindar soluciones de sistemas inteligentes a instituciones financieras. Su último éxito es un híbrido que unifica a los dos enfoques de inteligencia artificial. Al igual que Sun en su artículo, explica las diferencias entre ellos. A continuación, se muestra un ejemplo.

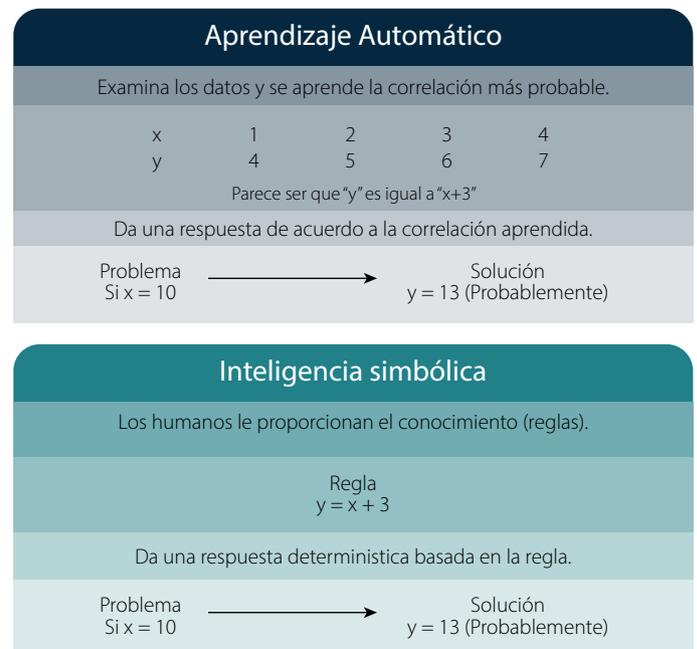


Figura 1. Lógica de operación en los paradigmas de inteligencia artificial



En la figura anterior se puede ver que, al aplicar aprendizaje automático, la máquina requiere un conjunto de datos de entrada para calcular estadísticamente una correlación entre ellos y de esa manera deducir cuál es la solución más probable. Ahora bien, si en vez de solo cinco datos para x y y , se le proporcionasen miles o tan solo cientos de ellos, su precisión mejoraría notablemente. Mientras que para el enfoque simbólico los datos no parecen ser tan importantes sino las reglas, las cuales son programadas por un humano.

Algo que Sun (2015) también explica es que la habilidad de aprender es un aspecto de importancia para la inteligencia artificial, al igual que para otros campos relacionados como las ciencias cognitivas. Como se mencionó antes, ambos paradigmas pertenecen al tipo de inteligencia artificial específica o estrecha porque pueden lograr dominar una tarea muy bien, sin embargo, no pueden generalizar lo aprendido y aplicarlo a otro tipo de problemas. Independientemente de esto, el aprendizaje automático ha demostrado ser muy preciso para reconocer rostros, recomendar productos o servicios y conducir automóviles sin humanos cuando se le proporciona la cantidad suficiente de datos. Por el contrario, para el enfoque simbólico, esta labor no ha sido fácil a pesar del desarrollo de algoritmos con reglas sofisticadas a lo largo del tiempo y esto se debe a que está más enfocado a la representación mediante reglas y símbolos que al aprendizaje.

Por otra parte, Kaplan (2016) menciona que ambos paradigmas tienen puntos débiles y fuertes. Por lo general, el razonamiento simbólico es más adecuado para aquellos problemas que requieren pensamiento abstracto, mientras que el aprendizaje automático funciona mejor para tareas que

precisan de percepción sensorial o extracción de características de forma directa. Un ejemplo de implementación y comparación entre ambos enfoques podría ser el diseño y construcción de un robot que pateo un balón y anote gol en una portería. Si se desea resolver el problema en términos simbólicos resultaría necesario entrevistar a un futbolista para determinar cuáles serían las reglas necesarias para ejecutar la tarea y programarlas. Sin embargo, codificar el conocimiento y la experiencia del jugador en un lenguaje de símbolos seguramente no sería sencillo ni factible.

Por el contrario, si se emplea el enfoque conexionista para el mismo caso, podrían implementarse redes neuronales y el problema se reduciría a proveerle los ejemplos suficientes a la máquina para aprender a dirigir y golpear la pelota, dando resultados casi de manera inmediata. Cabe mencionar que actualmente ya existen proyectos que resuelven este tipo de tareas aplicando aprendizaje automático.

Uno de ellos fue desarrollado en el Instituto de Tecnología de Georgia, el cual consistía en un robot capaz de andar en bicicleta. El sistema logró incluso aprender acrobacias, tales como pivotar sobre la rueda delantera y hacer saltos con la trasera. Lo que sí habría que resaltar es que el sistema aprendió en un simulador y no en una bicicleta real.

No obstante, Kaplan (2016) asegura que hay otros problemas en los que el aprendizaje automático no es tan apropiado. En especial aquellos en los que no hay muchos datos sino únicamente condiciones iniciales, restricciones y un procedimiento bien definido. Un ejemplo fue la fabricación del procesador Pentium 5 de **Intel** en 1994. Debido a un error en algunas de



lenguaje de verificación que lograba el objetivo deseado. Aunque la solución para este problema actualmente no se considerara inteligencia artificial como tal, las bases de funcionamiento son similares a las de los primeros sistemas simbólicos.

A su vez, Koyanagi (2021) menciona que las empresas han encontrado inconvenientes al implementar el aprendizaje automático en sus procesos. Por ejemplo, lo costoso que puede ser en tiempo y dinero, seleccionar y procesar los datos para que el sistema sea capaz de encontrar patrones significativos. Aunque la máquina trabaje con vastas cantidades de datos, a menudo no "comprenderá" los significados específicos de la información que está procesando porque carece de una base de conocimientos como de la que dispone el enfoque simbólico. Un caso en el que podría manifestarse esa deficiencia sería una máquina que procese documentos sin un formato estandarizado y donde una palabra puede tener diferentes significados y contextos. Tal es el caso de la tarea de validar información en instituciones financieras, en la que la empresa Taiger da muy buenos resultados con su propuesta híbrida.

Kaplan (2016) también presenta un ejemplo de aplicación en el que se combinan ambos enfoques y quizá uno de los más curiosos, el Dr. Fill. Un programa capaz de resolver los crucigramas de los periódicos, una de las actividades humanas que requiere una combinación de creatividad, inteligencia, conocimiento y lógica. La base de su funcionamiento es un elemento conocido como control de satisfacción, así como técnicas aprendizaje automático empleando una base de datos con más de cuarenta y siete mil crucigramas y pistas.

De acuerdo con Koyanagi (2021), es posible ilustrar los dos paradigmas de inteligencia artificial con relación a sus subcampos de métodos o algoritmos. De acuerdo con IBM (2020), también se agregaron los campos de aplicación más comunes, donde las tareas que requieren de percepción sensorial, tales como la visión artificial o el reconocimiento de voz, tienen un mejor desempeño cuando se emplea el aprendizaje automático. Mientras que aquellas en las cuales no se requieren tantos datos, sino reglas y un procedimiento establecido, funcionan apropiadamente bajo un enfoque simbólico.

Por otro lado, Sun (2015) en su trabajo comenta que la incompletitud, la inconsistencia, la incertidumbre, la información aproximada y la coincidencia parcial (similitud) son desafíos con los que el aprendizaje automático debe lidiar. Realizar la representación de sus sistemas por medio de símbolos en estructuras altamente distribuidas, como las redes conexionistas, es intrínsecamente difícil. A su vez, Castelvechi (2016) presenta el problema de "la caja negra" y cómo múltiples investigaciones se están llevando a cabo en resolverlo. Se explica que un algoritmo como las redes neuronales, inspiradas en el cerebro son tan opacas como éste y en vez de guardar lo que han aprendido en un bloque de memoria digital, difunden la información de una manera que es muy difícil de descifrar.

Al analizar las cualidades de cada paradigma, Kaplan (2016) recomienda que al abordar un problema se consideren ciertos aspectos. Si se tiene que observar a detalle y pensar en el problema, probablemente el enfoque simbólico sea el más adecuado. En cambio, si es necesario mirar muchos ejemplos o son tareas que los humanos realizan inconscientemente

sensorialmente, es probable que el aprendizaje automático sea la mejor opción.

Paradigmas de inteligencia artificial	
Simbólico	Conexionista (aprendizaje automático)
Campo disciplinario de soporte	
Ingeniería del conocimiento	Ciencia de datos
Tipo de sistema	
Sistema experto	Aprendizaje automático
Herramientas	
Ontologías	Algoritmos y modelos
Proceso	
Inferencia deductiva y razonamiento contextual	Inferencia inductiva y razonamiento probabilístico
Selección de solución	
Validación de hipótesis y explicación	Predicciones e hipótesis probable
Representación	
Transparente y explicable	"Caja negra"

Tabla 1. Comparación de cualidades entre los enfoques de inteligencia artificial

Al analizar las cualidades de cada paradigma, Kaplan recomienda que al abordar un problema se consideren ciertos aspectos. Si se tiene que observar a detalle y pensar en el problema, probablemente el enfoque simbólico sea el más adecuado. En cambio, si es necesario mirar muchos ejemplos o son tareas que los humanos realizan inconscientemente o sensorialmente, es probable que el aprendizaje automático sea la mejor opción.

No obstante, Sun (2015) reitera que varios investigadores han argumentado consistentemente que la cognición es multifacética y se capta mejor con una combinación de métodos simbólicos y conexionistas. Y como se ha explicado, en la actualidad, investigadores y compañías han trabajado en crear propuestas híbridas que

obtengan mejores resultados en comparación con emplear solo un tipo de paradigma. Ejemplos como el sistema inteligente de Taiger aplicado en el sector financiero y el Dr. Fill, programa experto en resolver crucigramas, han demostrado que eso es posible. Incluso el laboratorio de IA Watson del MIT e IBM han optado por el enfoque híbrido, por lo que la compañía acaba de desarrollar una nueva plataforma denominada "IA neurosimbólica", donde el prefijo "neuro" representa al paradigma conexionista.

Cierre

Al haber estudiado los dos paradigmas de la inteligencia artificial, es posible comprender por qué el aprendizaje automático se ha establecido en la mayoría de los campos de aplicación en comparación con el enfoque simbólico. Sin embargo, también se comentó sobre las ventajas y desventajas de cada uno.

Finalmente, se explicó a qué tipos de problemas se debe aplicar cada paradigma. No obstante, se presentaron propuestas novedosas en las que se integran ambos, conocidas como híbridas. Por lo que valdría la pena preguntarse, ¿la vasta complejidad de la inteligencia humana podrá únicamente modelarse a través de este último tipo de sistema?

Checkpoint

- Determinar cómo funcionan los paradigmas de aprendizaje automático y enfoque simbólico.
- Analizar las ventajas y desventajas de cada paradigma.



- Castelvechi, D. (2016). *¿Podemos abrir la caja negra de la inteligencia artificial?*
Recuperado de <https://www.scientificamerican.com/espanol/noticias/podemos-abrir-la-caja-negra-de-la-inteligencia-artificial/>
- IBM. (2020). *IBM Skills Academy. Lecture 1 - Artificial Intelligence Landscape Notes.*
Recuperado de <https://skills-academy.comprehend.ibm.com/>
- Kaplan, J. (2016). *Inteligencia Artificial: Lo que todo el mundo debe saber.*
España: Teell Editorial.
- Koyanagi, K. (2021). *Singapore startup Taiger earns its stripes with AI technology.* Recuperado de <https://asia.nikkei.com/Business/Business-Spotlight/Singapore-startup-Taiger-earns-its-stripes-with-AI-technology>
- Sun, R. (2015). *Artificial Intelligence: Connectionist and Symbolic Approaches. International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences.* Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780080970868430059?via%3Dihub>

Referencias bibliográficas