

La inteligencia artificial y su impacto en las nTIC

Artificial Intelligence and its impact on ICT

MSc. Arelys Emiliana Ramos Fleites¹, Dr. Félix Álvarez Paliza², Yudisleidys Ruiz Ríos³, Enrique Hernández Portal⁴

Recibido: 11/2021 | Aceptado: 01/2022

Palabras clave

AI
Aprendizaje profundo (DL)
Aprendizaje de máquinas ML)
Banda ancha
NTICs

Keywords

AI
Deep learning (DL)
Machine learning (ML)
Broadband
NTICs

Resumen

La inteligencia artificial es en la actualidad la revolución tecnológica más importante después de la informática. Es la capacidad de que las máquinas piensen o puedan simular o imitar el comportamiento humano y que incluye el aprendizaje de máquinas, la visión por computadoras, el procesamiento y la síntesis del lenguaje natural, cognitivo, la robótica, la automática, el análisis sensorial de algoritmos de optimización, entre otros. Este trabajo realiza un acercamiento al vínculo que tienen las nuevas tecnologías de Inteligencia artificial con la economía digital particularmente se describen y evalúan plataformas y herramientas para la IoT, la computación en los bordes y la banda ancha basados en el aprendizaje de máquinas y el aprendizaje profundo.

Abstract

Artificial intelligence is currently the most important technological revolution after computing. The ability for machines to think or to simulate or imitate human behavior already includes machine learning, computer vision, natural language processing and synthesis, cognitive, robotics, automation, sensory analysis, optimization algorithms, and others. This work makes an approach to the link that new artificial intelligence technologies have with the digital economy, particularly platforms and tools for IoT, edge computing and broadband based on machine learning and deep learning are described and evaluated.

Introducción

Existen varias definiciones de inteligencia artificial (AI) en su evolución a través del tiempo, de ellas este trabajo toma la siguiente por su amplio alcance:

“La inteligencia artificial es el campo de la ciencia de la computación que se relaciona con la simulación del comportamiento inteligente en las computadoras o la capacidad de una máquina de imitar el comportamien-

1*Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas. Calle G No.10. Reparto Santa Catalina. Santa Clara. arelys@uclv.edu.cu.

2 Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, Cuba, yrrios@uclv.cu

3 Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas. Calle 12 Edificio 306 Apto 27 entre 3ra y 7ma Reparto Escambray Este Santa Clara. fapaliza@uclv.edu.cu.

4 Ferrocarriles del Centro. COSIE, Cuba, enrique@ferronet.cu

to humano”. Esta es utilizada ampliamente para referirse a cualquier algoritmo, método o tecnologías que hagan que el sistema actúe y/o se comporte parecido a un humano e incluye el aprendizaje de máquinas, visión por computadoras, procesamiento de lenguaje natural, cognitivo, la robótica, el reconocimiento de escritura, del habla y de patrones entre otros. Se incluyen tecnologías relacionadas como el aprendizaje de máquina (ML) y el aprendizaje profundo (DL). La UNESCO ha establecido una serie de principios conocidos como los principios ROAM para la universalidad de Internet donde se urge al desarrollo digital pero alineados a los derechos humanos, la apertura, accesibilidad y múltiples participantes (*human Rights, Openness, Accessibility and Multi-stakeholder governance*), para guiar el conjunto de valores, normas, políticas, regulaciones, códigos y ética que gobiernan el uso y desarrollo de la inteligencia artificial. Diverso es el campo de acción de los sistemas de IA. Actualmente son parte de intensa actividad en diversidad de campos como: la economía, la medicina, las ingenierías, las industrias, el transporte y las comunicaciones (Greu V., 2016).

Su impacto está presente en la vida de la humanidad en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) y las redes futuras, en las redes inteligentes para la optimización de las redes de energía, en los robots industriales y los sistemas de inteligencia artificial en las plantas nucleares, químicas, petróleo y gas, en la transportación autónoma con pilotos automáticos en aviones, trenes y automóviles, los sistemas de protección y monitoreo ambiental y los sistemas de seguridad.

La inteligencia artificial ha evolucionado desde sistemas capaces de realizar una simple clasificación y tareas de reconocimiento de patrones hasta sistemas capaces de utilizar datos históricos para hacer predicciones. Impulsados por una revolución en el aprendizaje profundo (*deep learning*), por ejemplo, desde la inteligencia artificial que aprende de los datos hasta máquinas inteligentes, avances que han sido alcanzados en este siglo XXI. Desde los primeros algoritmos denominados reactivos donde para una entrada específica la salida era siempre la misma y eran incapaces de analizar escenarios que incluyeran información incompleta o que requieran de un entendimiento histórico hasta los más actuales, basados en la teoría de la mente o los denominados autoconscientes (*self-aware AI*) ya se define una máquina con inteligencia en igualdad con

la inteligencia general humana y en principio capaz de sobrepasar el conocimiento humano mediante la creación de más versiones inteligentes de sí mismo.

El artículo no pretende desarrollar un estudio o tratado de inteligencia artificial si no que está enfocado en el apoyo que brinda la AI a las TIC que permiten el desarrollo de la economía digital y la conectividad inteligente para optimizar las funciones de conjunto de las TIC y ayudar a los trabajadores a tomar decisiones más rápidas y mejores, procesos que aceleran la digitalización de la sociedad y de la economía y ayudan a crear nuevos productos y servicios.

La Comisión Europea en su programa de trabajo para las TIC en el 2020 incluyeron aspectos tan cruciales como: Internet de las Cosas Industriales (IIoT), la movilidad futura y la salud inteligente; y es ahí donde precisamente este estudio se desarrolla haciendo un análisis ordenado de las tecnologías de inteligencia artificial que impactan en la economía digital y las nuevas plataformas de software y herramientas que facilitan el desarrollo de aplicaciones inteligentes y de asesoría basadas en ML/DL que potencian la actividad económica y social y sus vínculos con los servicios en la nube, la computación en los bordes, Internet de las cosas (IoT) y la banda ancha.

Materiales y métodos

Para el desarrollo de la presente investigación, se empleó el método de análisis documental, en la medida que fueron consultadas fuentes de información oficiales del sector de las telecomunicaciones. Posteriormente para tratar el volumen de información recuperada, se utilizó el método de análisis y síntesis, llegando a los resultados que se exponen en la discusión del artículo. Asimismo, para dar un curso lógico al desarrollo de la investigación fue empleado el método de análisis histórico lógico, dado que se estudió la trayectoria real de las categorías que se describen y en el decursar de su historia y evolución en el contexto de desarrollo. Para ello se definieron las siguientes categorías:

Tecnologías de Inteligencia Artificial, que incluye también las aplicaciones y las Plataformas de software de Inteligencia Artificial

Tecnologías de Inteligencia Artificial

Una parte considerable de las tecnologías de inteligencia artificial están dedicadas al procesamiento y

generación del lenguaje natural, así como al reconocimiento del habla y entidades virtuales conversacionales:

- **Tecnologías de semántica y análisis de texto** utilizando procesamiento de lenguaje natural —*Natural Language Processing*, NLP—. Estas se refieren a un software o computadoras que tienen la habilidad de interpretar el significado de frases u oraciones producidas por humanos donde se toma una acción como resultado. El empleo del procesamiento del lenguaje natural (NLP) y la tecnología de redes neuronales (NN) ha mejorado las tecnologías de voz y el lenguaje que han sido integradas en la gestión de las llamadas telefónicas y el envío de mensajes instantáneos.

- **Tecnología de Generación de Lenguaje Natural (NLG)**, donde un software o computadora puede generar un texto o diálogo en un idioma que suena parecido al de un humano. Por ejemplo algunas compañías están utilizando estos para producir reportes automáticos e inteligencia de negocios con perspicacia que parecen producidos por humanos.

- **Tecnologías de reconocimiento del habla** que se refiere a un software o computadoras que puede transcribir y transformar el habla humano en instrucciones o textos. Por ejemplo, en los teléfonos móviles que reconocen comandos de pronunciación, tales como “Call home” que utiliza esta tecnología.

- **Tecnologías de agentes virtuales o entidades conversacionales artificiales**, las cuales se refieren a programas de computadoras que conducen las conversaciones con usuarios humanos, mediante el habla o textos. Estos programas son conocidos en idioma inglés como “chatbots”, y los mismos efectúan simulaciones de conversaciones humanas por medio de inteligencia artificial, esta tecnología es ampliamente utilizada en los juegos de computadora y en sitios del Internet. La versión más desarrollada de estas tecnologías son los Asistentes Personales Inteligentes (IPA), que son aplicaciones que utilizan varias entradas tales como la voz de los clientes, imágenes e información contextual para ofrecer asistencia mediante respuestas a preguntas en lenguaje natural, haciendo recomendaciones y ejecutando acciones. Hoy están incrustados en los sitios web, donde se les puede formular preguntas referentes a la empresa en cuestión, ubicaciones o servicios. La aparición de nuevas tecnologías ha permitido que algunos hayan dado el salto a las aplicaciones móviles (Siri, Google Now y Cortana) y/o a las redes sociales (Brain bot en Twitter y Facebook).

También se encuentra un grupo de tecnologías de reconocimiento de imágenes y procesamiento de video, las cuales se refieren a software o computadoras que tienen la habilidad de reconocer y analizar fotos o cuadros de objetos naturales. En gran medida el progreso en los campos de la inteligencia artificial tales como la visión por computadora y el procesamiento del lenguaje natural han sido posibles debido a las bases de datos abiertas (tales como ImageNet, Gigaword Corpus, y SQUAD) y a las bibliotecas de software (tales como Tensorflow, PyTorch y AllenNLP entre otras) (Gil, Y. y Selman, B. A., 2019). Un ejemplo es su empleo en puertas de pasaportes electrónicos utilizadas para el reconocimiento de imágenes y verificar la identidad de las personas que entran a un país.

Otro grupo amplio de tecnologías de inteligencia artificial son las de aprendizaje de máquinas (ML) y de aprendizaje profundo (DL) con gran impacto en la robótica y los sistemas automatizados. Estas tecnologías se refieren a software o computadoras que tienen la habilidad de aprender sin ser explícitamente programadas. Las mismas emplean algoritmos de computadoras que posibilitan clasificar datos para aprender de ellos y entonces tomar determinaciones o predecir determinada cosa.

El aprendizaje de máquina (ML) es un subconjunto de técnicas que permiten a los sistemas de cómputo aprender de experiencias previas (por ejemplo observaciones de datos) y mejorar su comportamiento ante determinada tarea. Las técnicas de aprendizaje de máquinas incluyen máquinas vectoriales (SVM), árboles de decisión, aprendizaje Bayes, agrupar significados, aprendizaje de reglas de asociación, regresión, redes neuronales y muchas más técnicas. La literatura científica relaciona las aplicaciones de la inteligencia artificial y el aprendizaje de máquinas con las aplicaciones industriales. En realidad con la cuarta revolución industrial (Industry 4.0), la inteligencia artificial y el aprendizaje de máquina son considerados la fuerza de empuje de las fábricas inteligentes.

El aprendizaje profundo (DL) a su vez es un subconjunto de las redes neuronales que hace posible la computación multi-nivel. El DL saca provecho de utilizar una forma de hardware especializado ofrecido por los ambientes de cómputo acelerados. La solución predominante ha sido la de emplear unidades de procesamiento gráficas (GPU) como procesadores de propósito general. Dado que las mismas ofrecen un

paralelismo masivo para problemas de gran escala en la minería de datos (DM), permitiendo escalar algoritmos verticalmente para volúmenes de datos que nos son computables por aproximaciones tradicionales. Los GPU son soluciones efectivas para el mundo real y los sistemas de tiempo real que requieren decisiones rápidas y aprendizaje tal como el aprendizaje profundo (DL) especialmente en procesamiento de imágenes (Nguyen, G., 2019).

La robótica (incluyendo la inteligencia en abundancia) se refiere a las máquinas que pueden realizar tareas igual que los humanos, incluyendo el acarreamiento de acciones complejas de forma automática y adaptando estas acciones a la realimentación que reciben a través de sensores de su ambiente. Un conjunto de múltiples tecnologías de inteligencia artificial se complementan unas con otras y se fomenta su difusión.

Por ejemplo, en la automatización de procesos una compañía manufacturera puede combinar robótica avanzada y visualización artificial para que las máquinas puedan ensamblar productos e interactuar unas con otras (European Commission, 2019). Otro ejemplo consiste en una línea de producción que utilice manos robóticas que puedan ver la localización de objetos, detectar la flexibilidad mecánica del objeto que está siendo manipulado (a través del contacto) y adaptar su apretón como corresponde. En este caso están los vehículos autónomos no tripulados (AV) que han sido enviados a la luna y marte, que son casos de robot inteligentes.

La enseñanza de la robótica y las plataformas robóticas de enseñanza han sido desplegadas en las universidades, tanto a nivel de pregrado como de posgrado. Ejemplo de ello es la plataforma RoboGen, una plataforma de hardware y software de fuente abierta para robótica e inteligencia artificial (Auerbach, J. E., et. al., 2018).

De forma análoga ha ocurrido con los simuladores robóticos muy utilizados para crear software para cuerpos robóticos sin depender de la máquina actual, permitiendo ahorrar tiempo y costo. En (Kantale, T., et. al., 2019) se hace un análisis de una amplia diversidad de simuladores robóticos.

Mientras que la automatización de procesos robóticos se refiere a los guiones (scripts) y otros métodos para automatizar las acciones humanas que apoyan los procesos de negocios eficientes. Normalmente se emplean donde son muy caros e ineficientes los humanos que ejecutan estas tareas o procesos.

Hoy la inteligencia artificial impacta en los servicios en la nube mediante la optimización de los recursos, así como en el almacenamiento de datos y la información mientras que se ofrecen capacidades de computación que corren y escalan la AI. También la inteligencia artificial y la computación en los bordes posibilitan la Internet de las Cosas (IoT) conectando sensores inteligentes y actuadores. Mediante ellos se crean y coleccionan datos que alimentan los sistemas de inteligencia artificial hasta que se implementan instrucciones desde los sistemas de inteligencia artificial. Algunos especialistas consideran a la IoT como la “inteligencia en todas partes”, por lo que es imposible imaginar la gran cantidad de aplicaciones emergentes donde la IoT combinada con la inteligencia artificial, la computación en la nube y el procesamiento intensivo de datos extendidos en una escala planetaria.

La ETSI define el concepto de acceso múltiple de computación en los bordes —*Multi-access Edge Computing*, MEC—, como un sistema que ofrece un servicio de TI con capacidad de computación en la nube en el borde de una red de acceso conteniendo uno o más tipos de tecnologías de acceso y en una forma cercana a sus clientes (ETSI, 2019).

Las redes de banda ancha son también impactadas por la inteligencia artificial mediante la minimización de la congestión y la aceleración de la transferencia de datos críticos. O sea que la banda ancha ofrece conectividad para alimentar datos e información a los sistemas de inteligencia artificial y transporta instrucciones a la IoT y a los fabricantes. De forma general las tecnologías de inteligencia artificial impactan en las redes de telecomunicaciones posibilitando que sean más inteligentes, comúnmente conocidas como redes basadas en objetivos —*Intent-based Networks*, IBN—. Por lo que aparece un nuevo paradigma que desplaza la forma en como las redes son planificadas, diseñadas y operadas (Laliberte, B., 2018).

1.1 Ejemplos de aplicaciones de inteligencia artificial.

La inteligencia artificial y el aprendizaje de máquina (*Machine learning*) se transforman en fuerzas multiplicadoras para la analítica de datos que pueden ser separados en tres valores: velocidad, escala y conveniencia. La velocidad y la escala se logran por automatizar el análisis masivo de conjuntos de datos en fracciones de tiempo. Esto no es solo debido a que las computadoras modernas son más rápidas y mejo-

res, sino también debido a que los algoritmos de inteligencia artificial y de aprendizaje de máquinas han conseguido análisis de datos extremadamente certeros, todo esto unido a que el análisis puede ser fácilmente escalado a la nube. Por otro lado, está la conveniencia que a diferencia de las herramientas de análisis de datos de antaño, las nuevas herramientas de inteligencia artificial y aprendizajes de máquinas han permitido que las herramientas analíticas sean intuitivas, precisas, de fácil uso y confiables.

Para mostrar el avance alcanzado por las tecnologías anteriormente mencionadas, se ha seleccionado un grupo de las aplicaciones más difundidas mundialmente.

1. **Siri** es una aplicación con funciones de asistente personal para iOS que utiliza el procesamiento del lenguaje natural para responder preguntas, hacer recomendaciones y realizar acciones mediante la delegación de solicitudes hacia un conjunto de servicios web que ha ido aumentando con el tiempo. Siri fue creada en diciembre de 2007 por Venture Group y tras problemas de viabilidad económica, fue adquirida por Apple en abril de 2010. Hoy es uno de los asistentes personales ofrecidos por la firma Apple en sus móviles (iPhone e iPad). La voz femenina y amistosa de una asistente activada por voz interactúa con el usuario sobre la rutina diaria, ayudando a encontrar información, obtener direcciones, enviar mensajes, realizar llamadas de voz, abrir aplicaciones y añadir eventos al calendario. Para ello utiliza la tecnología de aprendizaje de máquina a fin de obtener de forma ágil la capacidad de entender preguntas y respuestas en lenguaje natural.

2. **Tesla** es un ejemplo de que además de los teléfonos inteligentes están los automóviles desplazándose al empleo de la AI. Este es uno de los mejores automóviles eléctricos disponibles hasta ahora, pues lo distinguen sus características de auto-conducción, capacidades predictivas y una absoluta innovación tecnológica. Está demostrado que más del 90% de los accidentes son causados por errores de los conductores, de ahí que los sistemas automatizados de conducción —*Automated Driving Systems, ADS*— reemplazarán a los conductores utilizando la inteligencia artificial y el aprendizaje de máquina (Demeke Gebresenbet Bayyou, 2019).

3. **Cogito** es un software basado en AI que se basa en análisis semántico profundo y con un rico co-

nocimiento gráfico que garantiza el completo entendimiento de un texto igual que podría una persona. Está compuesto por varios elementos integrados que son utilizados para esclarecer textos y procesos del lenguaje natural, lo cual es esencial para la comprensión automática de un texto. Es uno de los mejores ejemplos de la versión conductista para mejorar la inteligencia de representantes de apoyo al cliente, normalmente en el mercado. Esta compañía es una síntesis de aprendizaje de máquina y de ciencia conductista para enriquecer la colaboración con el cliente para teléfonos profesionales. Cogito es aplicable sobre millones de llamadas de voz que tienen lugar diariamente. Las soluciones de inteligencia artificial analizan las voces humanas en tiempo real y guían el comportamiento (Cogito, 2018).

4. **Pandora o DNA** es una de las soluciones técnicas más populares y altamente demandada en el campo de la música. Dependiendo de 400 características musicales el conjunto de expertos musicales analiza individualmente la canción. Pandora es un conjunto de métodos híbridos humanos – máquina y herramientas para describir y explicar fallos en sistemas. Pandora impulsa las observaciones tanto de humanos como de sistemas desarrollados resumiendo las condiciones de mal funcionamiento con respecto a la entrada de contenidos y la arquitectura del sistema. Otro de los campos de aplicación de Pandora es en la captura de imágenes, su análisis y depuración (Nushi, B., et. al., 2018).

5. **Flying Drones** son productos de navegación para clientes en sus casas en sus modos de pruebas. Ellos indican un poderoso sistema de aprendizaje de máquina que puede trasladar el ambiente en un modelo 3D a través de sensores y cámaras de video. Los sensores y cámaras de video son capaces de notificar la posición de los drones en el espacio mediante la conexión de ellos en el techo o cielo raso. El algoritmo de generación de trayectorias guía el aparato (dron) en sus movimientos sobre el lugar donde debe moverse. Utilizando un sistema WiFi se pueden controlar los drones y su utilización para objetivos específicos tales como la entrega de productos, hacer videos o nuevos reportes.

El empleo de los vehículos aéreos no tripulados —*Unmanned aerial vehicles, UAV*— más conocidos por “drones”, tiene variados campos de aplicación en la vida civil, tales como la cinematografía aérea, la agricultura, los sistemas de vigilancia y de entre-

tenimiento entre otros. Esta es una de las tecnologías de más alto aprecio (Hall, A. R. y Coyne, C. J., 2014).

6. **Echo** es un producto lanzado por la firma Amazon que permite conseguir más inteligencia y añadir nuevas características. Es un nuevo producto que puede ayudar a buscar información en la web, organizar los apuntes, hacer compras, controlar la luces, conmutar, controlar los termostatos, responder preguntas, leer libros de audio, reportar tráfico y el tiempo, dar información en locales de negocios, ofrecer puntuaciones deportivas, organizar competencias y utilizar los servicios de voz Alexa.

7. **Nest (Google)** es uno de los más famosos y exitoso grupos de que desarrolló la inteligencia artificial y que fue adquirido por Google en el año 2014. El termostato de aprendizaje de Nest —Nest Learning Thermostat— utiliza algoritmos de conducta para ahorrar energía basado en el comportamiento y organización. El mismo emplea un proceso de aprendizaje de máquina muy inteligente para aprender la temperatura que se desea y programa por sí mismo para una semana. Automáticamente apaga el consumo para ahorrar energía si no hay nadie en la casa o locales.

La inteligencia artificial en estos últimos años ha ganado popularidad de forma rápida, influyendo en la forma en que vivimos, a la vez que interactúa y mejora la experiencia de los clientes. Por lo que es importante conocer las plataformas de software de AI que se han desarrollado y que hoy cubren el mercado mundial con el objetivo de facilitar el desarrollo en todos los campos de la economía digital.

Plataformas de Software de inteligencia artificial

Las plataformas o marcos de trabajo de inteligencia artificial ofrecen la funcionalidad para analizar, organizar, acceder y ofrecer servicios de asesoría basados en un rango de información estructurada y no estructurada.

Las plataformas AI facilitan el desarrollo de aplicaciones inteligentes y de asesoría, incluyendo asistentes inteligentes que pueden imitar las habilidades del conocimiento humano. En conjunto se considera que las plataformas de inteligencia artificial están convirtiéndose en poderosas estructuras para la actividad económica y social en las próximas décadas (Mucha, T., Seppala, T., 2020).

El número de algoritmos de inteligencia artificial, así como sus diferentes implementaciones de software es demasiado grande y se hace necesario enfatizar que no hay una herramienta simple para todos los problemas y a menudo se hace necesaria una combinación de estas para tener éxito. En la figura 1 se ofrece una visión general de los marcos, plataformas y bibliotecas de inteligencia artificial.

En este trabajo solo se abordan las plataformas más representativas dentro de cada uno de los grupos indicados en la figura anterior.

En un primer grupo están las plataformas de propósito general, las cuales no requieren de ningún hardware especial o infraestructura y entre ellas están: Shogun, RapidMiner, Weka3 y Scikit-Learn (3).

Scikit-Learn es una biblioteca de aprendizaje de máquina de fuente abierta (*open source*) basada en Python, la cual se enfoca en la minería de datos y análisis. Está construida en la punta de NumPy, SciPy y matplotlib con un conjunto de modelos de aprendizaje de máquina de alta calidad. Scikit-Learn es ampliamente conocida como una herramienta de fuente abierta de Python la cual contiene bibliotecas de algoritmos de ML/DL (Pedregosa, F., et. al., 2011).

Desde abril del 2016 Scikit-Learn es suministrada en conjunto con Anaconda, uno de los paquetes más populares para matemática, ciencias e ingeniería de los ecosistemas de Python; NumPy, SciPy and Pandas (Python, 2021), (SciPy, s. f.), (NumPy, s. f.), (Pandas, s. f.).

Hay otro grupo de plataformas pero con soluciones más limitadas: LibSVM, LibLinear y NTLK/Gensim (Chih-Chung, Ch. y Chih-Jen L., 2022), (Rong-En F., et. al., 2008).

Mientras que en otro grupo o categoría están las plataformas interactivas que visualizan los resultados analíticos y que son más populares dado que son basadas en web. Ellas están integradas con ambientes de analítica de datos para crear y compartir documentos que contienen manejo de datos, códigos de vida, ecuaciones, visualización y narrativa de textos. Entre las más conocidas están: Jupyter notebook, Zeppelin, Kibana, Grafana y Tableau.

Jupyter Notebook es una nueva herramienta de aprendizaje en forma interactiva de aplicación web y fuente abierta que ayuda a los instructores a desplegar una pedagogía efectiva para la visualización de datos, minería, simulación de cómputo, aprendizaje

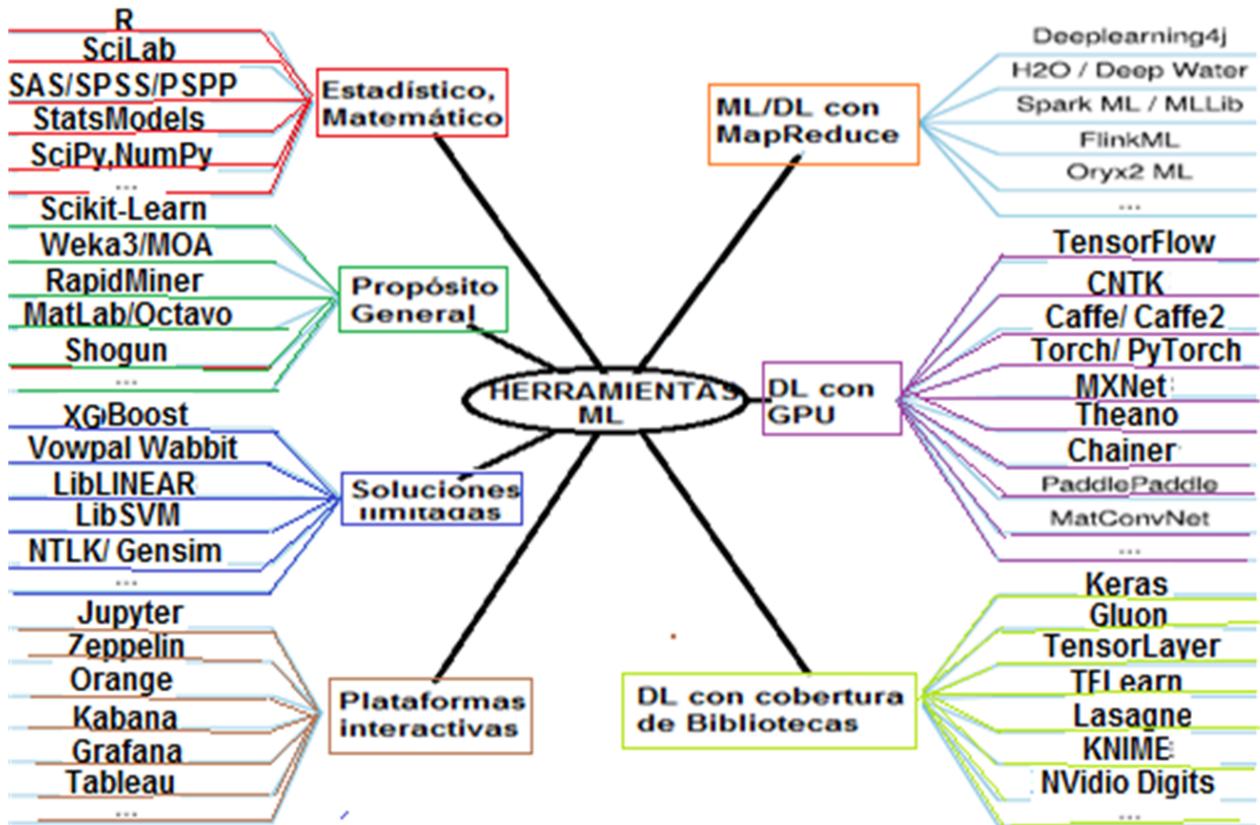


Figura 1. Visión general de plataformas, marcos de trabajo y bibliotecas de AI.

de máquina e inteligencia artificial. Es un software desarrollado con estilo por un grupo de científicos (Bhattacharya, S., et. al., 2018), (Unidata, s. f.). Su popularidad ha ido en aumento desde su exitosa implementación de programación literal combinada con el lenguaje Python.

Zeppelin es una notebook interactiva diseñada para el procesamiento, análisis y virtualización de grandes conjuntos de datos. La misma ofrece soporte nativo para el sistema de cómputo distribuido Apache Spark. Esto permite extender su funcionalidad a través de varios intérpretes: Spark, SparkSQL, Scala, Python y la concha de la plataforma analítica de Apache Spark (Zeppelin, s. f.).

Muchas de las plataformas más populares de ML/DL ofrecen la posibilidad de utilizar unidades de procesamiento gráfico (Graphics processing

unit, GPU) como aceleradores para agilizar el proceso de aprendizaje con el apoyo de interfaces. Algunas de ellas también permiten el empleo de bibliotecas optimizadas, tales como CUDA (cuDNN), y OpenCL para mejorar el desempeño adicionalmente [24], [25].

En la figura 2 se muestra el grupo de plataformas de aprendizaje profundo (DL), donde el desarrollo de

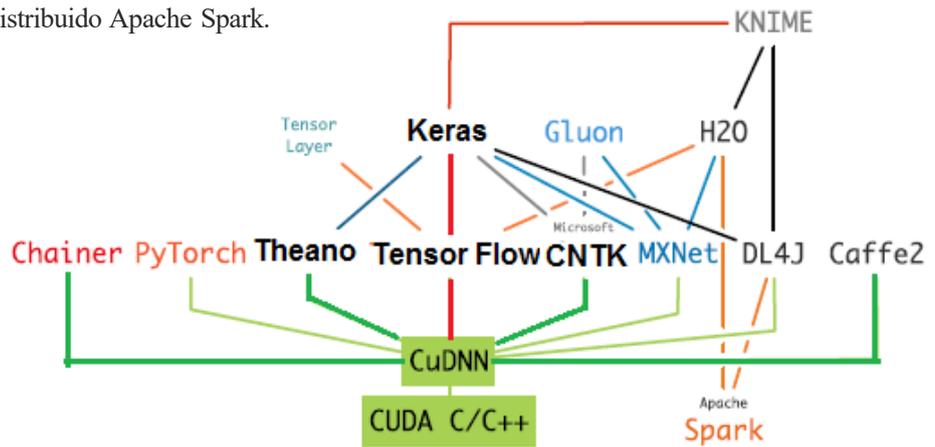


Figura 2. Plataformas y bibliotecas de aprendizaje profundo (DL).

software en esa comunidad es altamente dinámico y tiene varios niveles de abstracción.

A continuación se describen algunos de los marcos o plataformas de inteligencia artificial de fuente abierta (open-source) y otras más que deben ser tomados en consideración:

TensorFlow, es un ecosistema de herramientas, bibliotecas y recursos de fuente abierta que ha desarrollado Google y que es muy empleada por otras firmas comerciales como Airbnb, eBay y DropBox. TensorFlow ayuda a simplificar y abstraer fuera de la complejidad de los algoritmos de aprendizaje de máquina para modernizar el desarrollo. Utilizando modelos visuales y gráficos de flujos los desarrolladores y científicos de datos pueden de forma rápida crear redes neuronales y otros modelos de aprendizaje de máquina para apalancar datos. Históricamente TensorFlow ha sido dirigida a democratizar el aprendizaje de máquina (ML) y muchos consideran que fue la primera plataforma que hizo a ML simple, visible y accesible. Como resultado el lenguaje de máquina tuvo una explosión y la gente fue capaz de encadenar el modelo fácilmente (Aitrends, s. f.).

Microsoft Cognitive Toolkit (CNTK), es una plataforma comercial de aprendizaje profundo (DL), también de fuente abierta, con conjuntos de datos de gran escala aportados por Microsoft Research (Chrisbasoglu, 2021).

CNTK puede ser incluida en proyecto tales como bibliotecas en varios idiomas o utilizado como una herramienta de aprendizaje de máquina independiente con su propio lenguaje de descripción del modelo llamado BrainScript. CNTK corre sobre sistemas operativos Linux y Windows (64 bit) utilizando Python, C#, C++ y BrainScript API.

Como fortalezas de CNTK están las siguientes:

- a) Fuente abierta, rápida evolución y soportada por una compañía industrial fuerte (Microsoft)
- b) Soporta el formato de intercambio de redes neuronales abiertas —*Open Neural Network Exchange*, ONNX— lo que le permite transformar los modelos entre CNTK, Caffe2, PyTorch, MXNet y otras herramientas de aprendizaje profundo (DL)

Theano es el pionero de las herramientas de aprendizaje de máquina que soporta GPU cuyo desarrollo se inició en el año 2007. El mismo es un proyecto de fuente abierta lanzado bajo licencia BSD (Packtpub, 2021).

El mismo es activamente mantenido por el grupo de algoritmos de aprendizaje de la universidad de Montreal —*Montreal Institute for Learning Algorithms*, MILA— (MILA, s. f.).

Theano es una biblioteca de Python de aprendizaje de máquina que está altamente integrado con NumPy. Lo que significa que su uso de caso primario está en definir y evaluar expresiones complejas matemáticas utilizando simples guiones de Python mientras impulsa la computación avanzada para optimizar el desempeño.

Keras es una API de aprendizajes de alto nivel que puede correr encima de TensorFlow, de CNTK y de Theano. Esto facilita el uso y se enfoca en la experiencia de los desarrolladores, lo que hace que Keras conduzca a prototipos rápidos para nuevas aplicaciones. Muchas compañías como Netflix, Uber y Yelp han integrado a Keras en su núcleo de productos y servicios (Wu Y, L., et al., 2019).

Las plataformas aprendizaje profundo (DL) varían en los algoritmos que ellas soportan y en la calidad de sus implementaciones, de ahí que se hayan desarrollado diversidad de estudios comparativos entre estas plataformas (Shatnawi, A., et al., 2018), (Mahon S., et al., 2020), (Kochura, Y., 2017).

Últimamente nuevas plataformas distribuidas han emergido dirigiéndose hacia la escalabilidad de los algoritmos para el análisis intensivo de datos (Big Data) utilizando el modelo de programación MapReduce, siendo Apache Hadoop y Apache Spark las dos implementaciones más populares.

La principal ventaja de estos sistemas distribuidos es su elasticidad, confiabilidad y escalabilidad transparente en una forma amistosa con el usuario.

En el grupo de plataformas ML/DL con apoyo del modelo de programación para dar soporte a la computación paralela (MapReduce) están entre otras: DeepLearning4j, Apache Spark MLlib and Spark ML, H2O / SparklingWater and Deep Water, FlinkML y Oryx2 ML.

H2O / Sparkling Water and Deep Water, es una plataforma abierta de aprendizaje de máquinas que es ampliamente utilizada. La idea principal es la de realizar un corte en los bordes de la inteligencia artificial para alcanzar al público, más que permitir que esta permanezca en manos de las grandes compañías. Varios productos son ofrecidos bajo la plataforma H2O (H2o.ai, 2021), (Deep Learning, 2021).

Estas son las plataformas compatibles con Apache Hadoop para ML / DL sobre Big Data, así como también para la analítica predictiva de Big Data.

Resultados y discusión

En el análisis realizado de las tecnologías de inteligencia artificial destacan las tecnologías de agentes virtuales o entidades conversacionales artificiales, siendo su versión más desarrollada los Asistentes Personales Inteligentes (IPA), lo cuales están incrustados en los sitios web, donde se les puede formular preguntas referentes a la empresa en cuestión, ubicaciones o servicios. Representando uno de los impactos más notorios en la economía digital dado por su salto a salto a las aplicaciones móviles (Siri, Google Now y Cortana).

Igualmente las tecnologías de AI de aprendizaje de máquinas (ML) y de aprendizaje profundo (DL) tienen un gran impacto en los campos de la robótica, los sistemas automatizados y las fábricas inteligentes. En realidad con la cuarta revolución industrial (Industry 4.0), la inteligencia artificial y el aprendizaje de máquina son considerados la fuerza de empuje de las fábricas inteligentes.

También la inteligencia artificial y la computación en los bordes posibilitan la Internet de las Cosas (IoT) conectando sensores inteligentes y actuadores. Mediante ellos se crean y coleccionan datos que alimentan los sistemas de inteligencia artificial hasta que se implementan instrucciones.

El acceso múltiple de computación en los bordes (MEC) complementa a los centros de datos corporativos ofreciendo cómputo, almacenamiento, red y analítica de datos en localizaciones cercanas a las fuentes de datos (dispositivos IoT) y los puntos de consumo.

Con el despliegue de Internet de las cosas (IoT) y de las tecnologías móviles inteligentes, han provocado la explosión en la aparición de miles de millones de nuevos dispositivos en las redes que generan enormes cantidades de datos que necesitan ser analizados y procesados en tiempo real en los bordes.

Los principales cambios en la entrega de la cadena de servicios de extremo a extremo a través de SDN, NFV y los dominios de nubes, están en conseguir una unificación de las funciones de gestión y orquestación.

Los algoritmos de ML han avanzado hasta un punto donde es posible tener las redes de banda ancha basadas en objetivos (IBN), donde el administrador de

la red define el estado deseable de la red y para ello dispone de un software de orquestación de red, donde de forma automatizada se implementan las políticas u objetivos.

Los especialistas predicen que esta tecnología cambiará la forma de trabajo de los administradores de red, eliminando la repetición de tediosas tareas de configuración y moviéndose de una forma reactiva a una proactiva con la mezcla de la orquestación y el aprendizaje de máquinas.

En base a lo analizado con anterioridad se puede decir que hoy no hay carestía de plataformas y marcos de inteligencia artificial y aprendizaje de máquinas. Todos los gigantes digitales tales como: Google, Amazon, Microsoft y Apple entre otros han liberado herramientas para el público, muchas de ellas libres, que incluyen amplias bibliotecas de códigos que los ingenieros pueden compilar en modelo de profundo aprendizaje.

Los cambios en AI y ML son rápidos con el descubrimiento de nuevos algoritmos y mejoras del estado del arte de acuerdo a los patrones de medición indicados. Este progreso es empujado por la disponibilidad de grandes masas de datos, cantidades significativas asociadas fundamentalmente a la realidad, nuevas formas de hardware de cómputo paralelo que soportan extremadamente alta razones de cómputo numérico e innovaciones en los algoritmos existentes que sustentan estas capacidades de cómputo para crear un campo emergente de aprendizaje profundo (*deep learning*).

De las plataformas y marcos de inteligencia artificial hay que destacar a TensorFlow, la misma ayuda a simplificar y abstraer fuera de la complejidad de los algoritmos de aprendizaje de máquina para modernizar el desarrollo. Muchos consideran que fue la primera plataforma que hizo al aprendizaje de máquinas (ML) simple, visible y accesible.

Lo más significativo de TensorFlow es Keras, la cual es una biblioteca para trabajar eficientemente con la programación de redes neuronales, siendo simple para crear redes totalmente conectadas (perceptron).

Muchas de las plataformas de aprendizaje profundo (DL) tales como TensorFlow, Caffe, Torch, Theano, CNTK, Keras y PyTorch, adoptan una arquitectura de software de nivel muy similar y ofrecen API que posibilitan a los usuarios configurar el modelo DNN y métodos de entrenamiento (optimizers).

H2O es capaz de trabajar con millones de registros en un único ordenador (emplea todos sus cores o núcleos) o en un cluster de muchos ordenadores. Internamente, H2O está escrito en Java y sigue el paradigma Key/Value para almacenar los datos y Map/Reduce para sus algoritmos. Gracias a sus API, es posible acceder a todas sus funciones desde R, Python o Scala, así como por una interfaz web llamada Flow. Aunque la principal ventaja de H2O frente a otras herramientas es su escalabilidad, sus algoritmos son igualmente útiles cuando se trabaja con un volumen de datos reducido.

El proyecto de código abierto Jupyter pretende generar una plataforma computacional que permita utilizar diferentes lenguajes (su nombre proviene de unir los 3 lenguajes quizás más populares en cálculo científico: Julia, Python y R. El pilar en el que se sustenta es la interfaz web Jupyter Notebook, que aglutina la ejecución de código, inclusión de texto junto a ecuaciones en LaTeX, video, y todo lo que se pueda visualizar con un navegador. La inclusión de Jupyter Notebooks con cálculos, datos y figuras adicionales a artículos aparecen cada vez más en las revistas científicas.

Las investigaciones en el pregrado han sido identificadas como una de las formas de más alto impacto en la práctica, pues ellas son la mejor posibilidad de activar el aprendizaje que está asociado con el mejoramiento significativo de la comprensión y retención en los estudiantes. Por lo que la participación activa de grupos de estudiantes en el campo de la inteligencia artificial (AI) y el aprendizaje de máquinas no escapa a ello.

Conclusiones

Los principales cambios en los próximos años deben estar dirigidos al empleo de los métodos de aprendizaje de máquina (ML), dada su potencialidad en poder extraer, capturar y utilizar el conocimiento que está detrás de esas especies de correlaciones superficiales.

Como se ha podido observar en el análisis de muchas de las plataformas el lenguaje Python tiene un gran vínculo con ellas y se ha convertido desde hace años en uno de los lenguajes de programación más utilizado en miles de aplicaciones de negocios alrededor del mundo y además ampliamente utilizado en universidades, centros de investigación y empresas.

La inteligencia artificial y su alianza con las nuevas TIC conllevan a grandes avances de la ciencia y la tecnología en este siglo XXI, aunque siempre velando por el peligro que representa la misma para la humanidad sin su debido control.

Los imperativos políticos y económicos se están combinando con la innovación tecnológica para incentivar el crecimiento de la economía digital con niveles de crecimiento altos en los países en vías de desarrollo, del cual Cuba no puede estar ajena.

Por lo que los gobiernos, la sociedad civil, la comunidad científica y académica unido a la industria tienen que trabajar de conjunto para encontrar soluciones de inteligencia artificial que reduzcan la brecha digital y contribuyan al crecimiento de la economía digital.

Referencias bibliográficas

- Auerbach JE, Concordel A, Kornatowski PM, Floreano D. Inquiry-based learning with robo-gen: An open-source software and hardware platform for robotics and artificial intelligence. *IEEE Transactions on Learning Technologies*. 2018;12(3):356-69.
- Bhattacharya S, Czejdo B, Agrawal R, Erdemir E, Gokaraju B. Open Source Platforms and Frameworks for Artificial Intelligence and Machine Learning. En *SoutheastCon*; 2018. p. 4.
- Bob Laliberte. *The Journey to Intent-based Networking*. ESG White Paper. 2018.
- Chih-Chung Chang, Chih-Jen Lin. LIBSVM: A Library for Support Vector Machines [Internet]. Disponible en: <https://www.csie.ntu.edu.tw/~cjlin/libsvm/>.
- Chrisbasoglu. *The Microsoft Cognitive Toolkit - Cognitive Toolkit - CNTK* [Internet]. [citado 18 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://docs.microsoft.com/en-us/cognitive-toolkit/>

- CUDA Zone [Internet]. NVIDIA Developer. 2017 [citado 18 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://developer.nvidia.com/cuda-zone>
- CUDA Toolkit | NVIDIA Developer [Internet]. [citado 18 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://developer.nvidia.com/cuda-toolkit>
- Deep Learning with Theano | Packt [Internet]. [citado 18 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://www.packtpub.com/product/deep-learning-with-theano/9781786465825>
- Deep Learning (Neural Networks) — H2O 3.16.0.2 documentation [Internet]. [citado 18 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://h2o-release.s3.amazonaws.com/h2o/rel-wheeler/2/docs-website/h2o-docs/data-science/deep-learning.html>
- Demeke Gebresenbet Bayyou. Artificially-Intelligent-Self-Driving-Vehicle-Technologies--Benefits-and-Challenges-pdf. International Journal of Emerging Technology in Computer Science & Electronics (IJETCSE),. abril de 2019;26(3):5-13.
- ETSI. GS MEC 001, Multi-access Edge Computing (MEC);Terminology, V2.1.1. 2019.
- European Commission. Artificial Intelligence-Critical Industrial applications, Report on foresight scenarios. European Union; 2019
- Expert System. Cogito®: A Unique Artificial Intelligence Technology. 2018.
- Fast, Scalable Machine Learning- Now with New and Improved Python API [Internet]. Open Source Leader in AI and ML. 2015 [citado 18 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://www.h2o.ai/blog/new-python-api/>
- Gil Y, Selman B. A 20-year community roadmap for artificial intelligence research in the US. arXiv preprint arXiv:190802624. 2019.
- Greu V. Developing information and communications technologies with more artificial intelligence using artificial intelligence when internet of things is “intelligence everywhere”-(Part 1). Romanian Distribution Committee Magazine. 2016;7(4):10-9.
- Hall AR, Coyne CJ. The political economy of drones. null. 3 de septiembre de 2014;25(5):445-60.
- Kantale T, Pawar P, Bhagat AP. An Overview of Artificial Intelligence based Autonomous Vehicle Robotics Simulators. En IEEE; 2019. p. 1-6.
- Kochura Y, Stirenko S, Alienin O, Novotarskiy M, Gordienko Y. Performance analysis of open source machine learning frameworks for various parameters in single-threaded and multi-threaded modes. En Springer; 2017. p. 243-56.
- Mahon S, Varrette S, Plugaru V, Pinel F, Bouvry P. Performance analysis of distributed and scalable deep learning. En IEEE; 2020. p. 760-6.
- MILA [Internet]. Mila. [citado 18 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://mila.quebec/en/>
- Mucha T, Seppala T. Artificial Intelligence Platforms—A New Research Agenda for Digital Platform Economy. 2020.
- Nguyen G, Dlugolinsky S, Bobák M, Tran V, García ÁL, Heredia I, et al. Machine learning and deep learning frameworks and libraries for large-scale data mining: a survey. Artificial Intelligence Review. 2019;52(1):77-124.
- NumPy [Internet]. [citado 18 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://numpy.org/>

- Nushi B, Kamar E, Horvitz E. Towards accountable ai: Hybrid human-machine analyses for characterizing system failure. En 2018.
- Pandas - Python Data Analysis Library [Internet]. [citado 18 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://pandas.pydata.org/>
- Pedregosa F, Varoquaux G, Gramfort A, Michel V, Thirion B, Grisel O, et al. Scikit-learn: Machine learning in Python. the Journal of machine Learning research. 2011;12:2825-30.
- Rong-En Fan, Kai-Wei Chang, Xiang-Rui Wang, Chih-Jen Lin. LibLinear, Liblinear—a library for large linear classification. Journal of Machine Learning Research [Internet]. 2008; Disponible en: <https://www.csie.ntu.edu.tw/~cjlin/liblinear/>
- SciPy.org — SciPy.org [Internet]. [citado 18 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://www.scipy.org/>
- Shatnawi A, Ghadeer Al-Bdour, Raffi Al-Qurran, Mahmoud Al-Ayyoub. A comparative study of open source deep learning frameworks. 2018;4.
- TensorFlow -an Open Source Software Library for Machine Intelligence - AI Trends [Internet]. [citado 18 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://www.aitrends.com/videos/tensorflow-an-open-source-software-library-for-machine-intelligence/>
- UCAR/Unidata. Unidata Python Training [Internet]. Unidata Python Training. 2019 [citado 18 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://unidata.github.io/python-training/>
- Wu Y, Liu L, Pu C, Cao W, Sahin S, Wei W, et al. A comparative measurement study of deep learning as a service framework. IEEE Transactions on Services Computing. 2019.
- Zeppelin [Internet]. [citado 18 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://zeppelin.apache.org/>

