

Anexo I. Registro del Título del Trabajo Fin de Grado (TFG)

NOMBRE DEL ALUMNO: Javier López Guisández

PROGRAMA: E2-BA

GRUPO: B

FECHA: 23/10/2024

Director Asignado: Corzo Santamaría, M^a Teresa

Título provisional del TFG: Inteligencia Artificial y Energía: El desafío de la sostenibilidad.

Índice

1. Título
2. Resumen/ Abstract
3. Palabras clave
4. Introducción
 - a. Objetivo general
 - b. Importancia de la IA
 - c. Justificación del enfoque
 - d. Metodología
 - e. Estructura del trabajo
5. Marco teórico
 - a. Inteligencia artificial
 - i. Historia – evolución - actualidad
 - ii. Green AI y Red AI
 - b. Consumo energético IA y centros de datos
 - i. Centro de datos y su papel en la IA
 - ii. Consumo de energía IA: Entrenamiento vs Inferencia
 - iii. Evolución del consumo energético
 - iv. Impacto en Sectores Industriales
 - c. Producción de energía renovable y su uso en la IA
 - i. Principales fuentes de energía renovable. Producción y comparación con consumo.
 - ii. Uso de energías renovable en centros de datos (Casos de éxito)
 - iii. Implementaciones innovadoras
 - d. Regulación y su impacto en el medio ambiente
 - i. Emisiones de CO₂ en el entrenamiento de modelos (entrenamiento vs inferencia)
 - ii. Comparación con otros sectores industriales.
6. Objetivos
7. Metodología
8. Resultados
9. Conclusiones
 - a. ¿Es posible una IA más sostenible?
 - b. Recomendaciones para los reguladores y la industria
10. Bibliografía

Introducción

En la última década los grandes avances en el campo de la inteligencia artificial (IA) han iniciado una nueva revolución tecnológica, impactando en múltiples sectores y cambiando por completo la forma de procesar y tratar los datos. La evolución de las técnicas de Machine Learning y Deep Learning han posibilitado entrenar algoritmos con inmensos volúmenes de datos y parámetros, creando modelos como ChatGPT o Bert, que hoy son capaces de realizar y optimizar complejas tareas que antes requerían de gran tiempo y esfuerzo humano. El desarrollo de estas técnicas ha sido facilitado por un creciente acceso a grandes cantidades de datos y mejoras en la capacidad computacional del hardware, permitiendo explotar la inteligencia artificial en campos y sectores de importante relevancia.

Sin embargo, estos avances y mejoras no han sido libres de coste, despertando preocupaciones sobre el impacto del uso y desarrollo de la inteligencia artificial. Una de las preocupaciones centrales, es el creciente consumo energético y computacional que tienen estos modelos en sus dos fases: el entrenamiento y la inferencia.

Este complejo panorama ha dado lugar a dos vertientes en el desarrollo de esta tecnología: Green AI y Red AI. Green AI se centra en desarrollar modelos teniendo en cuenta criterios sostenibles más allá de la precisión de estos. Este enfoque busca reducir las emisiones de CO₂, el consumo de energía y fomentar los recursos compartidos para alcanzar eficiencias. Red AI pone como objetivo principal el desarrollo de la inteligencia artificial a toda costa, creando modelos más complejos que necesitan de más poder computacional y su consecuente consumo energético (Schwartz et al., 2020). Estas dos vertientes en la evolución de la inteligencia artificial muestran el debate existente entre la innovación y la necesidad de hallar soluciones sostenibles con el medio ambiente.

Objetivo general

El objetivo principal de este trabajo es investigar y cubrir el vacío que existe de manera generalizada sobre el consumo energético asociado al desarrollo y aplicación de los modelos de inteligencia artificial, con especial énfasis en el impacto medioambiental de sus actividades de entrenamiento e inferencia. El estudio busca identificar los principales riesgos y ofrecer posibles alternativas para un desarrollo comprometido con la sostenibilidad, minimizando el impacto y maximizando el avance tecnológico.

Objetivos específicos

1. Analizar cuantitativamente el consumo energético de los modelos de inteligencia artificial

- Cuantificar la demanda de energía de grandes modelos, como ChatGPT o Bert, así como de otros modelos de Machine Learning, comparando distintas alternativas de entrenamiento y su impacto.

2. Conocer las distintas perspectivas en el desarrollo de la IA: Green AI y Red AI

- Identificar las diferencias de ambos enfoques, resaltando el enfoque sostenible de la corriente Green AI y el desarrollo sin límites defendido por la corriente Red AI.
- Ejemplificar ambas perspectivas y su repercusión medioambiental.

3. Elaborar sobre la relación entre la Inteligencia Artificial y los centros de datos

- Dar a conocer como la evolución de la IA está repercutiendo de manera directa en los centros de datos de todo el mundo.
- Explorar los desafíos de estas infraestructuras ante la creciente demanda de poder computacional y las proyecciones de consumo energético.

4. Presentar posibles soluciones para reducir la demanda energética de la IA

- Explorar las nuevas tecnologías y métodos que buscan optimizar las actividades de entrenamiento e inferencia para minimizar el consumo de energía.
- Profundizar en el rol de las energías renovables para poder reducir la huella de carbono asociada a la inteligencia artificial

5. Recomendaciones para la industria y su regulación

- Formular recomendaciones para reducir la huella de carbono y el consumo energético de la IA.
- Proponer posibles políticas regulatorias abogando por la sostenibilidad y responsabilidad medioambiental.

Metodología

La metodología adoptada para este trabajo se basa en un análisis cualitativo y una investigación profunda y exhaustiva enfocada al consumo energético de la inteligencia artificial, con especial énfasis en los centros de datos que tan importante soporte dan a esta tecnología. El objetivo es dar a conocer el gran consumo de esta tecnología disruptiva y explorar posibles soluciones para enfrentar los retos que tiene y tendrá el avance de la inteligencia artificial en materia de consumo energético.

Para llevar a cabo este análisis, se utilizará una amplia variedad de fuentes, que incluyen artículos académicos y divulgativos, así como revistas especializadas e informes de empresas y consultoras líderes en el sector. El objetivo es recopilar un abanico extenso y diverso de información que permita abordar de manera exhaustiva el vacío de conocimiento que persiste en torno al consumo energético de la inteligencia artificial. Este enfoque integral garantizará una comprensión profunda y fundamentada del tema, proporcionando una base sólida para la identificación de soluciones efectivas y sostenibles.

Bibliografía

1. Avelar, V., & Donovan, P. (s. f.). *The AI Disruption: Challenges and Guidance for Data Center Design*.
2. Bolón-Canedo, V., Morán-Fernández, L., Cancela, B., & Alonso-Betanzos, A. (2024). A review of green artificial intelligence: Towards a more sustainable future. *Neurocomputing*, 599, 128096. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2024.128096>
3. Buchanan, B. G. (s. f.). *A (Very) Brief History of Artificial Intelligence*.
4. Feuerriegel, S., Hartmann, J., Janiesch, C., & Zschech, P. (2024). Generative AI. *Business & Information Systems Engineering*, 66(1), 111-126. <https://doi.org/10.1007/s12599-023-00834-7>
5. Haenlein, M., & Kaplan, A. (2019). A Brief History of Artificial Intelligence: On the Past, Present, and Future of Artificial Intelligence. *California Management Review*, 61(4), 5-14. <https://doi.org/10.1177/0008125619864925>
6. Hamet, P., & Tremblay, J. (2017). Artificial intelligence in medicine. *Metabolism*, 69, S36-S40. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2017.01.011>
7. Jan, Z., Ahamed, F., Mayer, W., Patel, N., Grossmann, G., Stumptner, M., & Kuusk, A. (2023). Artificial intelligence for industry 4.0: Systematic review of applications, challenges, and opportunities. *Expert Systems with Applications*, 216, 119456. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.119456>
8. Loureiro, S. M. C., Guerreiro, J., & Tussyadiah, I. (2021). Artificial intelligence in business: State of the art and future research agenda. *Journal of Business Research*, 129, 911-926. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.11.001>
9. Schwartz, R., Dodge, J., Smith, N. A., & Etzioni, O. (2020). Green AI. *Communications of the ACM*, 63(12), 54-63. <https://doi.org/10.1145/3381831>

Firma del estudiante:

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke extending to the right.

Fecha: 23/10/2024