

RAIDO, una aproximación holística en el desarrollo de algoritmos más verdes y energéticamente eficientes

Rebeca Gutierrez [0009-0008-8916-3186] and Maria Dolores de Acuña [0000-0001-6810-0882]

¹ Ayesa Advanced Technologies, Sevilla, Spain rgutierrez@ayesa.com

² Universidad de Sevilla, Sevilla, Spain macuna@us.es

Abstract: A nivel global, la integración de fuentes de energías renovables en las redes inteligentes energéticas está en constante crecimiento, impulsado por la reducción de costes y la necesidad de un suministro de electricidad más sostenible. No obstante, la planificación óptima de este suministro representa en la actualidad un desafío debido a la heterogeneidad de las fuentes de energía renovable (solar, eólica, hidráulica, biomasa, undimotriz, etc) y sus características específicas. En este contexto, en el de encontrar una solución en los procesos de optimización de la gestión energética nace el proyecto **RAIDO** (Reliable AI and Data Optimisation) financiado con fondos europeos en el marco de Horizonte Europa a la empresa Ayesa cuyo objetivo fundamental es proporcionar un **marco completo de inteligencia artificial fiable y ecológico** donde a través de una solución holística que abarca todos los aspectos relacionados con los datos, los modelos, soluciones de simulación como gemelos digitales y nuevos sistemas de entrenamiento basados en explicabilidad y la ética, aporte soluciones flexibles, armonizadas y de bajo coste e impacto medioambiental.

Palabras clave: optimización de modelos, modelado de datos eficientes, explicabilidad, algoritmos verdes

Resumen

La integración de los sistemas energéticos actuales enfrenta una serie de desafíos clave que pueden ralentizar la incorporación de fuentes de energía renovables en las redes energéticas europeas. Estos desafíos abarcan diversos aspectos, desde la infraestructura hasta la adopción de nuevas tecnologías. En este contexto, los modelos de colaboración entre empresas y universidades, que combinan la investigación en niveles de madurez tecnológica (TRL¹) bajos con el desarrollo de modelos avanzados de inteligencia artificial, como el aprendizaje profundo (Deep Learning), son fundamentales. Un ejemplo de este enfoque es el trabajo realizado por empresas como Ayesa, que lideran proyectos financiados por la Unión Europea. Estos esfuerzos demuestran la capacidad de generar resultados significativos para todas las partes involucradas, subrayando la importancia de la implementación de soluciones desde múltiples enfoques. Dichos enfoques permiten el desarrollo de metodologías y técnicas más flexibles y adaptables a entornos tan dinámicos como los actuales, al tiempo que facilitan la diseminación, comunicación y explotación de los resultados con un mayor alcance internacional.

En este ámbito, la adopción de técnicas de inteligencia artificial a la gestión energética es del todo conocida pero la problemática actual con la gestión de recursos energéticos, el consumo que se lleva a cabo a la hora de ejecutar los mismos y su alto coste de procesamiento, así como las políticas focalizadas en la mejora de la eficiencia energética a nivel europeo como el Pacto Verde Europeo ²y el objetivo de ser climáticamente neutros para 2050³, pone de relevancia la importancia de la investigación, implementación y puesta en marcha de soluciones más óptimas y que se encuentren alineados con nuevas normativas como la Directiva de Eficiencia Energética (DEE) ⁴que impone requisitos más estrictos para la medición y reducción del consumo energético de los servidores y centros de datos usados en la ejecución de los algoritmos de IA.

¹ https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/other/wp/2018-2020/annexes/h2020-wp1820-annex-g-trl_en.pdf

² <https://www.consilium.europa.eu/es/policies/european-green-deal/>

³ <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/la-union-europea.html>

⁴ <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/es/sheet/69/la-eficiencia-energetica>

Es conocido que uno de los puntos clave del éxito de una ejecución eficiente de algoritmos depende en gran medida de la disponibilidad de grandes volúmenes de datos etiquetados con precisión y diversidad, lo que representa un desafío cuando solo se dispone de un número limitado de ejemplos etiquetados. Además, un problema común en los conjuntos de datos actuales es la distribución de clases que suelen estar sujetos a sesgos inherentes derivados de su proceso de recolección y del propósito específico para el cual fueron diseñados.

Para ello el proyecto RAIDO se encuentra focalizado, entre uno de sus objetivos, en la mejora de los procesos de extracción, recopilación, selección, limpieza, anotación y/o enriquecimiento/aumentos automatizados de datos, así como la generación y el uso de datos sintéticos que reduzcan la necesidad de grandes volúmenes de datos reales y potencialmente sensibles, así como la adaptación de los modelos de artificial que mejoren la eficiencia y resistencia del sistema energético, reduciendo las emisiones de CO₂ y los costes de operación/mantenimiento de los sistemas, demostrando que la combinación de varios modelos permite la gestión integral de los sistemas de manera más óptima que con los sistemas actuales.

Para ello se han tenido en cuenta un conjunto de objetivos iniciales los cuales se detallan a continuación:

- Garantizar la calidad y coherencia de los datos integrando datos de diferentes fuentes, formatos y estructuras en un único conjunto de datos utilizable desarrollando un fondo común para la conservación, el tratamiento y almacenamiento en un sistema federado.
- La simulación de escenarios con motores gráficos CGI de última generación de tipología fotorrealista avanzada y control de las condiciones múltiples combinado con medidas de destilación de datos y nuevos enfoques de aprendizaje con pocos o ningún ejemplo (few-shot y zero-shot learning) minimiza el impacto del procesamiento y por lo tanto de los costes y emisiones de CO₂ generados.
- Incrementar la interpretabilidad de los modelos de IA así como la equidad de los mismos, aportando una mayor trasparencia y favoreciendo la adopción, combinando diversas actuaciones tales como la implementación de un método teórico basado en las explicaciones aditivas de Shapley (SHAP⁵) y nuevos esquemas LIME⁶ (local interpretable model-agnostic explanations) para cada modelo, lo que hacen de la implementación de esta solución que esté alineada con los objetivos en la adopción de las normas GDPR⁷ y EU AI-ACT⁸.

La solución adoptada se ha focalizado en mejorar las técnicas de preprocesamiento y destilación de datos mediante avanzados métodos de filtrado y extracción de características donde se abordan aspectos como el tratamiento de datos ausentes, detección de valores atípicos y eliminación de ruido, complementados con técnicas de ingeniería de características y reducción de la dimensionalidad. Además, se ha investigado métodos de equilibrio de datos, como sobremuestreo y ponderación de clases, para enriquecer los datos y mejorar su representatividad, así como la implementación de un gestor de datos federado basado en XML que facilite la recopilación estructurada de información desde sistemas distribuidos. Como acción complementaria, la implementación de un esquema de parametrización basado en Differentiable Siamese Augmentation, junto con modelos generativos avanzados (GANs, VAEs, y modelos de difusión) ha permitido la generación de datos con alta fidelidad para nuevos modelos de IA para servicios energéticos donde se han aplicado métodos de interpretabilidad como SHAP y LIME que contribuyen a mejorar la la confiabilidad de las predicciones, reduciendo sesgos y aumentando la seguridad, privacidad, equidad y transparencia y diversidad de los algoritmos.

Para finalizar, hay que destacar que, en futuros trabajos, se llevarán a cabo actividades de diseminación y comunicación de resultados a través de la realización de workshops explicativos de los beneficios y métricas clave de la solución, apostando por la transferencia de conocimiento y los vínculos empresa-universidad.

⁵ <https://shap.readthedocs.io/en/latest/>

⁶ <https://lime-ml.readthedocs.io/en/latest/>

⁷ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=celex:32016R0679>

⁸ <https://artificialintelligenceact.eu/>