

Approach for learning AI modelling for energy systems

José Machicao, MSc

Engineering relied historically on fundamental equations, proven methodologies, and systematic approaches to solve energy systems challenges. Our traditional engineering toolkit has served us well - from thermodynamic principles to control systems theory. Energy systems engineering compiles most of the necessary knowledge for responding to energy systems challenges, and specifically, modelling energy systems in order to solve problems. So why should we consider adding artificial intelligence to our professional skillset? What's changed in recent years that makes our conventional engineering approaches need enhancement?

The answer lies in a challenge we're all experiencing: the unprecedented increase in system complexity and uncertainty. Think about how our work has evolved. A decade ago, designing a solar installation mainly involved calculations for panel efficiency, structural loads, and basic grid integration. Today, we need to account for unpredictable weather patterns due to climate change, dynamic electricity pricing, evolving grid regulations, and even security concerns. What was once a straightforward engineering problem has become a multi-dimensional challenge with constantly shifting parameters. It is true that some systems can be modelled by engineering theories and equations. But, when there are either large amounts of data or large amounts of knowledge regarding a system, it is possible to use that data and knowledge to use artificial intelligence.

While our foundational engineering principles remain essential, we're increasingly encountering situations where traditional equations alone aren't enough. Consider modern energy grids: they generate massive amounts of operational data and must respond to countless variables - from consumer behavior to renewable energy fluctuations. This is where artificial intelligence becomes a powerful addition to our engineering toolkit. Think of AI not as a replacement for engineering knowledge, but as an advanced analytical tool - similar to how we upgraded from slide rules to calculators to computer simulations. AI is essentially a set of techniques that can identify patterns and relationships in complex data, much like how experienced engineers develop intuition about their systems, but at a much larger scale and faster pace. Beyond its technical "traditional" definition, artificial intelligence is the discipline that studies and facilitates the performance of cognitive capacities in algorithms. More technically, AI includes different techniques that were evolving during the latest half century. From machine learning, which was mainly the training of algorithms with fixed model, to

deep learning which studies the architectures of neural networks without fixed model, based on finding the suitable model autonomously.

Artificial intelligence doesn't work without engineering. It works as a parallel tool, but sometimes, given some work in which engineering has been applied, it can help to replicate, enhance or increase precision. The nature of the tools from artificial engineering are not just restricted to engineering concepts. AI can help in planning, imagining, creating, calculating, drawing, scheduling, reflecting, linking, structuring concepts. The nature of AI is mainly cognitive, not in the sense of replacing human beings but in the sense of being able to perform some of today's human cognitive capacities.

This module opens up into the intersection of traditional engineering wisdom and cutting-edge artificial intelligence. We will explore how AI provides powerful new tools to tackle the growing complexity and uncertainty in energy systems, going beyond conventional engineering frameworks. You will discover how algorithms can learn and adapt to challenges in ways that complement your engineering expertise, enriching your problem-solving toolkit with advanced techniques like explainable neural networks and reinforcement learning. While we won't delve into the intricacies of Python programming, you'll see real-world examples of how these tools are implemented, giving you a practical understanding of AI's potential in energy systems.

Also learning to identify scenarios where AI can complement traditional engineering approaches. It will help to understand how algorithms can discover patterns and relationships beyond traditional engineering frameworks, exploring the fundamentals of machine learning and deep learning in energy systems and learning to select appropriate AI techniques for specific energy system challenges. This journey will transform your approach to problem-solving, enabling you to harness the combined power of engineering principles and artificial intelligence to address the complex energy challenges of today and tomorrow.

Enfoque para aprender a modelar sistemas energéticos con IA

José Machicao, MSc

Históricamente, la ingeniería se ha basado en ecuaciones fundamentales, metodologías comprobadas y enfoques sistemáticos para resolver los desafíos de los sistemas energéticos. Nuestro conjunto de herramientas de ingeniería tradicional nos ha resultado muy útil, desde los principios termodinámicos hasta la teoría de los sistemas de control. La ingeniería de sistemas energéticos recopila la mayor parte del conocimiento necesario para responder a los desafíos de los sistemas energéticos y, específicamente, para modelar sistemas energéticos con el fin de resolver problemas. Entonces, ¿por qué deberíamos considerar agregar inteligencia artificial a nuestro conjunto de habilidades profesionales? ¿Qué ha cambiado en los últimos años que hace que nuestros enfoques de ingeniería convencionales necesiten mejoras?

La respuesta se encuentra en un desafío que todos estamos experimentando: el aumento sin precedentes de la complejidad y la incertidumbre del sistema. Piense en cómo ha evolucionado nuestro trabajo. Hace una década, diseñar una instalación solar implicaba principalmente cálculos de eficiencia de los paneles, cargas estructurales e integración básica en la red. Hoy, debemos tener en cuenta patrones climáticos impredecibles debido al cambio climático, precios dinámicos de la electricidad, regulaciones cambiantes de la red e incluso preocupaciones de seguridad. Lo que alguna vez fue un problema de ingeniería sencillo se ha convertido en un desafío multidimensional con parámetros que cambian constantemente. Es cierto que algunos sistemas pueden modelarse mediante teorías y ecuaciones de ingeniería. Pero, cuando hay grandes cantidades de datos o grandes cantidades de conocimiento sobre un sistema, es posible utilizar esos datos y conocimientos para utilizar la inteligencia artificial.

Si bien nuestros principios de ingeniería fundamentales siguen siendo esenciales, cada vez nos encontramos más con situaciones en las que las ecuaciones tradicionales por sí solas no son suficientes. Pensemos en las redes de energía modernas: generan enormes cantidades de datos operativos y deben responder a innumerables variables, desde el comportamiento del consumidor hasta las fluctuaciones de la energía renovable. Aquí es donde la inteligencia artificial se convierte en una poderosa adición a nuestro conjunto de herramientas de ingeniería. Pensemos en la IA no como un reemplazo del conocimiento de ingeniería, sino como una herramienta analítica avanzada, similar a cómo pasamos de las reglas de cálculo a las calculadoras y a las simulaciones por computadora. La IA es esencialmente un conjunto de técnicas que pueden identificar patrones y relaciones en datos complejos, de manera muy similar a cómo los ingenieros

experimentados desarrollan la intuición sobre sus sistemas, pero a una escala mucho mayor y a un ritmo más rápido. Más allá de su definición técnica "tradicional", la inteligencia artificial es la disciplina que estudia y facilita el desempeño de las capacidades cognitivas en algoritmos. Más técnicamente, la IA incluye diferentes técnicas que fueron evolucionando durante el último medio siglo. Desde el aprendizaje automático, que consistía principalmente en el entrenamiento de algoritmos con un modelo fijo, hasta el aprendizaje profundo, que estudia las arquitecturas de redes neuronales sin modelo fijo, basándose en encontrar el modelo adecuado de forma autónoma.

La inteligencia artificial no funciona sin la ingeniería. Funciona como una herramienta paralela, pero a veces, dado algún trabajo en el que se haya aplicado la ingeniería, puede ayudar a replicar, mejorar o aumentar la precisión. La naturaleza de las herramientas de la ingeniería artificial no se limita solo a los conceptos de ingeniería. La IA puede ayudar a planificar, imaginar, crear, calcular, dibujar, programar, reflexionar, vincular y estructurar conceptos. La naturaleza de la IA es principalmente cognitiva, no en el sentido de reemplazar a los seres humanos, sino en el sentido de poder realizar algunas de las capacidades cognitivas humanas actuales.

Este módulo se abre a la intersección de la sabiduría de la ingeniería tradicional y la inteligencia artificial de vanguardia. Exploraremos cómo la IA proporciona nuevas y poderosas herramientas para abordar la creciente complejidad e incertidumbre en los sistemas energéticos, yendo más allá de los marcos de ingeniería convencionales. Descubrirás cómo los algoritmos pueden aprender y adaptarse a los desafíos de maneras que complementan tu experiencia en ingeniería, enriqueciendo tu conjunto de herramientas para la resolución de problemas con técnicas avanzadas como redes neuronales explicables y aprendizaje de refuerzo. Si bien no profundizaremos en las complejidades de la programación en Python, verás ejemplos del mundo real de cómo se implementan estas herramientas, lo que te dará una comprensión práctica del potencial de la IA en los sistemas de energía.

También aprenderás a identificar escenarios en los que la IA puede complementar los enfoques de ingeniería tradicionales. Te ayudará a comprender cómo los algoritmos pueden descubrir patrones y relaciones más allá de los marcos de ingeniería tradicionales, explorando los fundamentos del aprendizaje automático y el aprendizaje profundo en los sistemas de energía y aprendiendo a seleccionar técnicas de IA adecuadas para los desafíos específicos de los sistemas de energía. Este viaje transformará tu enfoque de la resolución de problemas, lo que te permitirá aprovechar el poder combinado de los principios de ingeniería y la inteligencia artificial para abordar los complejos desafíos energéticos de hoy y de mañana.