

IA para predecir la eficiencia de las células solares a partir de la calidad de las obleas

- Investigadores de la Universidad de Corea han desarrollado un marco de aprendizaje automático que predice la eficiencia de las células solares a partir de la calidad de las obleas, lo que permite una selección temprana de las obleas y optimizar las rutas de producción.



<https://www.pv-magazine.es/2026/02/19/ia-para-predecir-la-eficiencia-de-las-celulas-solares-a-partir-de-la-cali...>

Jueves, 19 febrero 2026

Investigadores de la Universidad de Corea han desarrollado un marco de aprendizaje automático que predice la eficiencia de las células solares a partir de la calidad de las obleas, lo que permite una selección temprana de las obleas y optimizar las rutas de producción.

Emiliano Bellini

Investigadores de la Universidad de Corea han creado un modelo de aprendizaje automático que, según se informa, puede predecir la eficiencia de las células a partir de la calidad de las obleas.

«Hemos desarrollado este marco de aprendizaje automático basado en datos industriales utilizando más de 100 000 puntos de datos de células solares recopilados directamente de una línea de fabricación en serie real», explicó el autor principal de la investigación, Seungtae Lee, a **pv magazine**. «El objetivo es permitir la toma de decisiones basada en datos y la automatización inteligente en la fabricación fotovoltaica».

«Aunque el interés por aplicar la inteligencia artificial (IA) a la fabricación ha crecido rápidamente, las implementaciones prácticas en la producción fotovoltaica siguen siendo limitadas. Al aprovechar directamente los datos industriales a gran escala, nuestro trabajo demuestra cómo el aprendizaje automático puede apoyar la toma de decisiones autónoma para las fábricas inteligentes, al tiempo

que se mantiene la interpretabilidad humana y la participación de los operadores en línea con la visión centrada en el ser humano de la Industria 5.0».

El enfoque propuesto se basa en tres metodologías clave: predecir la eficiencia final de las células solares únicamente a partir de los datos de calidad de la inspección de las obleas utilizando modelos de aprendizaje automático, lo que permite una selección temprana de las obleas antes de su fabricación; identificar las rutas óptimas específicas para cada oblea, denominadas «rutas doradas», mediante algoritmos de optimización para mejorar el rendimiento y la eficiencia de la producción, en particular para las muestras de bajo rendimiento; y mejorar la interpretabilidad mediante análisis de la importancia de las características y explicaciones aditivas de Shapley (SHAP), lo que permite a los ingenieros comprender la relación entre las variables del proceso y los resultados de rendimiento.

El marco permite una selección precisa de las obleas antes de su posterior procesamiento. La optimización de la ruta del proceso se lleva a cabo utilizando el estimador Parzen estructurado en árbol (TPE), un algoritmo de optimización bayesiano que ajusta de manera eficiente los hiperparámetros del aprendizaje automático e identifica automáticamente la configuración óptima del modelo sin necesidad de realizar pruebas exhaustivas.

El marco también utiliza el modelo de árboles extremadamente aleatorios (ET), un algoritmo conjunto para la regresión y la clasificación, como función objetivo.

El estudio aprovechó un conjunto de datos de más de 100 000 muestras de una línea de producción de células solares PERC que utiliza obleas de silicio multicristalino. Se aplicó una eliminación agresiva de valores atípicos mediante el agrupamiento k-means, un algoritmo no supervisado que agrupa los puntos de datos en clústeres basados en la similitud, combinado con un filtrado basado en la eficiencia para mejorar la calidad de los datos.

Los investigadores afirman que el modelo ET puede alcanzar una alta precisión predictiva y ofrece robustez frente al ruido y una alta velocidad de entrenamiento, lo que lo hace adecuado para entornos industriales. Se descubrió que las características relacionadas con los defectos, como la fracción del área defectuosa, la fracción del área con defectos de grano y la fracción del área oscura, eran fundamentales para la predicción de la eficiencia.

Además, el análisis SHAP proporcionó información direccional, identificando los umbrales en los que las características comienzan a reducir la eficiencia. El banco húmedo fue el paso del proceso que más contribuyó a la mejora de la eficiencia en las «rutas doradas» optimizadas para los equipos de proceso, mejorando la eficiencia, especialmente en el caso de las obleas de bajo rendimiento.

«Aunque la metodología se validó utilizando datos de producción de células solares multicristalinas, puede adaptarse a otras tecnologías fotovoltaicas utilizando el mismo marco subyacente», afirmó Lee. «En el caso de las células solares de silicio monocristalino, el enfoque es igualmente aplicable; sin embargo, la falta de límites de grano en comparación con las obleas multicristalinas limita el número de características relacionadas con la calidad que pueden medirse directamente».

«Se puede aplicar un marco metodológico similar a las células solares de perovskita», concluyó.

La nueva metodología se presentó en «Industrial data-driven machine learning framework for wafer quality-based decision making toward smart solar-cell manufacturing», publicado en *Energy and AI*.

El mismo grupo de investigación presentó en agosto un modelo de aprendizaje automático para predecir la resistencia de la lámina en los procesos de dopaje con oxiclورو de fósforo (POCl₃) en la fabricación de células solares. Se descubrió que permitía una optimización más eficiente y rápida de las condiciones del proceso en comparación con los costosos métodos convencionales de prueba y error utilizados en la industria fotovoltaica.

«Descubrimos que las representaciones y predicciones aprendidas por el modelo son coherentes con los conocimientos físicos y teóricos establecidos. Esto proporciona confianza en la fiabilidad e interpretabilidad del modelo en entornos de fabricación del mundo real», declaró Lee a **pv magazine** en ese momento. «Creemos que esta metodología podría extenderse más allá de la fabricación de células solares a una amplia gama de procesos industriales».

Este contenido está protegido por derechos de autor y no se puede reutilizar. Si desea cooperar con nosotros y desea reutilizar parte de nuestro contenido, contacte: editors@pv-magazine.com.

Popular content