

ARTÍCULO

Hacia una metrología automatizada e integrada en la producción

Los avances en la digitalización y automatización han provocado un desarrollo tecnológico sin precedentes para integrar instrumentos de medición y procedimientos de uso avanzados en robots, máquinas y procesos.

Autores: Unai Mutilba y Gorka Kortaberria, investigadores del Grupo de Precisión y Metrología de Tekniker

La metrología, así como la sensórica integrada, permiten ya monitorizar máquinas y procesos en tiempo real, disponer de los datos al instante y tener un control y trazabilidad a lo largo del ciclo de vida del producto, desde la concepción a la aplicación en un entorno real.

Debido a la digitalización de los procesos productivos, en los últimos años la metrología ha pasado de ser el último eslabón del proceso industrial a convertirse en el mejor aliado de la fabricación avanzada para atender a los retos de un modelo de industria inteligente.

Esta transición está siendo condicionada y acelerada por las demandas productivas de los principales sectores industriales: automoción y aeronáutica.

En Euskadi, los avances en la investigación fundamental en ingeniería de precisión y metrología para atender estas necesidades están siendo abordados principalmente por el grupo de investigación compuesto por Tekniker, en estrecha colaboración con Ideko, Tecnalia, Vicomtech, la Universidad del País Vasco UPV/EHU y el IMH Campus.

Pero ¿cuáles son los retos que presenta realizar actividades de metrología en un entorno digital no controlado como puede ser un medio o proceso productivo?

Para entender la magnitud del desafío, es conveniente detenerse en primer lugar en dos de las principales propiedades de la metrología: la asignación de la incertidumbre de medición y el aseguramiento de la trazabilidad metrológica.

Incertidumbre y trazabilidad

La incertidumbre de medición se define técnicamente como un “parámetro no negativo que caracteriza la dispersión de los valores atribuidos a un mensurando” y permite saber cuánto nos equivocamos cuando reportamos un resultado de medición.

En el caso de la trazabilidad metrológica, esta se refiere a “la propiedad por la cual el resultado de una medición se puede relacionar con una medida de referencia mediante una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones”.

Ambas propiedades están relativamente bien controladas cuando la metrología se realiza en un laboratorio con ambiente controlado, pero no se puede decir lo mismo cuando se materializa en un entorno de producción.

En la incertidumbre de medición en máquina y proceso, nos encontramos con el reto de mantenerla lo más baja posible a un coste económico razonable y, lo que es más importante, la necesidad de cuantificarla.

El entorno productivo presenta una serie de variables que limitan la metrología durante el proceso, como la temperatura, la aparición de vibraciones o la suciedad de algunos procesos de fabricación.

A esto se añade la necesidad de cumplir los requisitos de tiempo de respuesta y precisión suficientes para integrar la metrología como elemento activo en los procesos de fabricación.

Desarrollo tecnológico sin precedentes

Ante estos retos, se lleva a cabo un desarrollo tecnológico sin precedentes para integrar instrumentos de medición y procedimientos de uso avanzados en medios y procesos.

Por ejemplo, se desarrollan nuevos sensores capaces de monitorizar los procesos productivos; se automatizan los procedimientos de medición y procesamiento mediante el uso de instrumentos a bordo de robots industriales; y se consigue realizar metrología con y sin contacto con las máquina-herramienta.

Estos avances van acompañados de investigaciones para asegurar las propiedades metrológicas de incertidumbre y trazabilidad, como el desarrollo de nuevos patrones metrológicos, procedimientos de autocalibración y marcos metrológicos externos. Los agentes de I+D mencionados, analizan también cómo mejorar los procedimientos metrológicos y su integración en el lazo de control de una máquina y/o proceso, así como nuevas metodologías para el procesamiento rápido y preciso de los datos de medición.

La inteligencia artificial en la metrología

Pero existe un reto científico-tecnológico que merece mención aparte, la digitalización de los sistemas metrológicos.

Estamos realizando un esfuerzo importante por modelizar los sistemas mecatrónicos complejos que se emplean para medir.

Hemos desarrollado esta labor con una máquina de medir por coordenadas y más recientemente, con un robot, una máquina-herramienta y los propios sensores de medida, como un sistema de visión de tipo línea láser o una cámara empleada para fotogrametría.

Los sistemas mecatrónicos de alta rigidez responden bien a un modelo puramente cinemático, pero en los sistemas de baja rigidez, como por ejemplo un robot, estos modelos deben ser completados por componentes que modelicen la falta de rigidez de estos sistemas para condiciones de uso variables del robot.

En este escenario es donde aparecen nuevas metodologías como la inteligencia artificial (IA) que, en base a estrategias de caracterización adecuadas y a un buen entrenamiento de los modelos informáticos, nos permiten mejorar los modelos puramente numéricos empleados hasta la fecha y combinar lo mejor de cada uno para desarrollar “modelos híbridos” más precisos.

La consecución de un buen modelo es la base para desarrollar el gemelo digital de un instrumento y procedimiento de medición y poder diseñar estrategias de medición optimizadas.

Además, puede ayudar a predecir la incertidumbre de medir un procedimiento complejo, alimentar un gemelo en tiempo real para guiar la medición y realizar la asignación de

incertidumbre en base a simulaciones, así como obtener resultados fiables en tiempo reducido para realimentar un proceso de fabricación.

Retos de futuro

Todo ello, unido a las capacidades que ofrece la IA aplicada a la metrología, permite adivinar un futuro industrial donde la metrología tenga un gran protagonismo, realizándose de forma autónoma y convirtiéndose en proveedora de datos fiables para una toma de decisión sin intervención humana.

En este sentido, se presentan a su vez una serie de retos relacionados con las tecnologías de la información y comunicación:

- 1.- La interoperabilidad de los datos con origen metrológico como aborda la iniciativa Quality Information Framework (QIF).
- 2.- La integración de la metrología en los sistemas de gestión de la producción y negocio.
- 3.- La digitalización de los procesos de calibración y certificación de las soluciones de medición que actualmente tracciona la Comunidad Europea mediante el concepto Digital Calibration Certificate (DCC).
- 4.- La correlación, a través de IA, entre los datos de producción y de calidad para avanzar hacia un modelo de mantenimiento preventivo.
- 5.- La trazabilidad de los datos, sean de origen metrológico o no. Actualmente se investiga en el uso de la tecnología blockchain como infraestructura descentralizada y organizada en cadenas de bloques.

Algunos de estos retos apuntan hacia la trazabilidad metrológica en proceso. Entendemos que esos procesos se realizarán in-situ con patrones que no necesariamente hayan sido previamente calibrados en un laboratorio (patrones autocalibrables).

Los certificados de calibración serán digitalmente validados y transferidos de forma automática a los sistemas de gestión de la producción, de tal forma que la trazabilidad de la metrología realizada en proceso queda garantizada.

Entendemos que todo ello permitirá avanzar hacia un modelo industrial más resiliente y sostenible, un nuevo horizonte en el que será posible un consumo óptimo de los recursos materiales y energéticos con una vocación ‘cero-defectos’.

Además, la colaboración público-privada será indispensable para llevar el conocimiento generado a las empresas y tener un impacto real en la industria, y, por tanto, en la sociedad.