

Resumen

El precontrol es una herramienta para el control de la calidad que tiene como objeto evaluar la aptitud de un proceso para producir piezas dentro de unas especificaciones dadas. Es usada, entre otros contextos, en la validación de la puesta a punto de procesos con ciclos de ejecución cortos. Basa su funcionamiento en la comparación de las sucesivas observaciones individuales muestreadas frente a los límites de tolerancia y los llamados límites de precontrol, y utiliza conteos acumulados para emitir un juicio sobre la validez del proceso. Es una técnica sencilla, rápida y fácil de aplicar.

El hecho de que, en su versión original, la técnica del precontrol no tenga en cuenta la variabilidad natural del proceso objeto de monitorización, unido a la sencillez de su diseño, provocan que, bajo ciertas circunstancias, su comportamiento no sea tan eficaz como sería deseable, en términos de la tasa de falsa alarma y de la potencia para detectar desviaciones inaceptables, hasta el punto de que algunos autores rechazan su uso. En este sentido, existen en la literatura diversas propuestas encaminadas a mejorar el comportamiento de la técnica original mediante la modificación, en mayor o menor medida, de sus reglas de funcionamiento.

En esta tesis doctoral se aborda la mejora del precontrol como herramienta para la cualificación de procesos, a través de la determinación óptima de los parámetros que rigen su comportamiento, utilizando técnicas de programación no lineal entera mixta. El objetivo es desarrollar una metodología para automatizar el proceso de elección del valor de los

parámetros del precontrol, de manera que éste se ajuste lo mejor posible a los requerimientos del usuario. Este enfoque de Optimización, inédito en el precontrol, ha sido aplicado con éxito a otras técnicas de control de la calidad en las últimas décadas, permitiendo obtener mejores herramientas para la toma de decisiones.

Para ello, en primer lugar se realiza una revisión exhaustiva de las diferentes propuestas existentes en la literatura en torno al precontrol.

Posteriormente, se define el problema a resolver y se desarrolla un modelo de programación matemática específico para la obtención de los denominados *planes de precontrol óptimos*. Se realiza una completa experiencia numérica con *software* de optimización de propósito general, mediante la que se evidencia la eficacia del modelo propuesto y, al mismo tiempo, se pone de manifiesto la existencia de diferencias significativas entre los resultados proporcionados por los diferentes algoritmos tomados en consideración, debidas en parte a la doble naturaleza no lineal y entera del problema, así como la incapacidad de dichos algoritmos para garantizar la convergencia a un óptimo global, a causa de la existencia de no convexidades.

Todo ello justifica el diseño de algoritmos específicos para la obtención de planes de precontrol óptimos, tarea que también se aborda en la presente tesis doctoral. Previamente, se realiza un estudio de las propiedades matemáticas del modelo de optimización construido, que permite ampliar el conocimiento sobre el *problema del precontrol óptimo*.

Este conocimiento es empleado en la elaboración de un algoritmo *exacto* para la resolución de dicho problema, denominado OPCenum, el cual combina una estrategia enumerativa implícita con una búsqueda local basada en métodos de búsqueda de raíces sin uso de derivadas. El algoritmo es implementado y probado sobre la misma batería de ejemplos que conformaban la experiencia numérica anterior.

Las pruebas revelan la eficacia y eficiencia del algoritmo OPCenum como método para la obtención de planes de precontrol óptimos a partir de unos requerimientos dados.

La elaboración de una interfaz gráfica para hacer más accesible el

algoritmo al usuario final, la adaptación del problema a funciones de distribución asimétricas y a ámbitos como el de la fiabilidad, así como el desarrollo de un enfoque paralelo al acometido aquí en el que se considere el precontrol como herramienta para validar la capacidad del proceso destacan como líneas futuras de investigación que surgen a partir de los resultados obtenidos en la presente tesis doctoral.

Palabras clave: *precontrol, control de calidad, cualificación de procesos, optimización, programación no lineal entera mixta, búsqueda enumerativa, métodos de búsqueda de raíces.*