

## **DIAGNOSTICO DE DEFECTOS EN BALINES UTILIZANDO INGENIERÍA DEL CONOCIMIENTO Y LÓGICA DIFUSA.**

Universidad Politécnica de Puebla, \*Benemérita Universidad Autónoma de Puebla,  
\*\*Universidad del Valle de México Campus Puebla.

Durante el proceso de producción de balines se generan defectos en el producto, para observar si hay alguna anomalía en los balines estas empresas cuentan con un departamento de inspección. Este departamento cuenta con gente experta que analiza cada una de las piezas bajo luz neón, durante una jornada de trabajo, si encuentran algún defecto esta pieza es extraída de la producción y se hace una comparación con imágenes (que muestran la forma y el tipo de defecto), si se observa alguna deformidad se analiza la pieza con un rugosímetro. Este procedimiento es muy desgastante para el experto y además no se puede garantizar que el 100% de la producción analizada no tenga defectos. La garantía para que la producción cumpla con los estándares de calidad es automatizar este proceso. Para desarrollar la automatización primero se debe desarrollar un sistema que clasifique e identifique los tipos de defectos. Se plantea la forma de clasificar los diferentes tipos de defectos utilizando imágenes digitales en escalas de grises y lógica difusa para obtener los rangos de niveles de grises de piezas que puedan tener o no defectos. Para identificar el defecto se utiliza el conocimiento práctico del experto extraído por una encuesta. Las etapas para la producción de los balines son: 1-material, 2-estiramiento, 3-compactación, 4-rebajado, 5- tratamiento térmico, 6- eliminación de material sobrante (shot peening), 7- volteado y moliendo, 8- proceso de pulido, 9- proceso de cromado, 10- inspección.

Al realizar un análisis en cada uno de las etapas del proceso de la producción de balines se encontraron algunas deficiencias como: cada etapa de producción puede producir defectos, los defectos se pueden ver a simple vista pero se necesita una persona que siempre este observando cada una de las piezas, la identificación del defecto en una pieza durante una de las etapas del proceso de producción permite la optimización de tiempo hombre-máquina, existen algunos defectos que no se observan a simple vista por lo que se necesita de un análisis exhaustivo utilizando otros dispositivos.

En el departamento de inspección se encuentran personas expertas dedicadas a realizar lo siguiente: cada persona cuenta con espacio en donde tiene una charola en donde van cayendo los balines, el experto enfoca la charola bajo una lupa para observarla utilizando lámparas de neón, si el operador encuentra algún desperfecto lo compara con imágenes que se tienen pegadas en una pared, al tener duda en la observación y no poder identificar el defecto, este se observa bajo un microscopio, después se analiza con un dispositivo para identificar la rugosidad y observar su forma, para garantizar que no presenta ningún otro problema. Este proceso puede dilatar bastante tiempo ya que se debe de analizar hasta el 100% de la producción para garantizar la calidad de la producción.

Cuando se utiliza MATLAB para la síntesis y diseño de estos tipos de sistemas la caja de herramientas de lógica difusa permite la aplicación de un conjunto de datos crisp, cuyo número de elementos está determinado por la relación existente entre los datos. Esta relación es establecida por las relaciones extraídas del conocimiento experto y la naturaleza del problema que se necesita resolver. Los datos de salida, también deben ser relacionados teniendo en consideración la relación de los datos de entrada.

Los modelos que son utilizados por la caja de herramientas de lógica difusa son los modelos de Mandani y Takagi-Sugeno. Los sistemas diseñados con esta herramienta dan una respuesta la cual

es un dato crisp, pero se dan a la entrada una fila de agrupación a la vez. El conjunto de las reglas lingüísticas dentro del modelo de sistemas difusos se le llama base de conocimiento.

Hay diferentes herramientas que permiten realizar la síntesis y el diseño de sistemas difusos como MATLAB y FUZZY-TECH. Estas herramientas no tienen desarrolladas la forma de aplicación de datos en la entrada cuando estos están relacionados en el espacio por lo que deben de ser tratados de una manera especial por esa relación. La relación la establece la naturaleza del problema a ser resuelto y por el conocimiento de los expertos apropiado por el ingeniero de conocimiento.

Es necesaria la construcción de una interfase para la aplicación de los datos en la secuencia necesaria. Esta secuencia de aplicación de datos se determina: a) por la interpretación que el ingeniero en conocimiento debe hacer del conocimiento de los expertos, b) la forma de adquisición de los datos y c) los medios para adquirirla. La interpretación es necesaria además para la construcción de las reglas lingüísticas y para determinar el tratamiento de los datos de salida.

La metodología que se usa consiste en la adquisición de datos por medio de imágenes. Las imágenes se obtiene tomando fotografías evitando las sombras y el reflejo que producen los balines ya que los balines actúan como una superficie espejo por el cromado de su superficie. Las imágenes son procesadas para obtener parámetros, de acuerdo al valor del píxel en niveles de grises. Los valores de los píxeles permiten determinar parámetros que caracterizan la superficie del balón, bajo determinadas condiciones de la adquisición de la imagen. La caracterización de la superficie del balón se determina de acuerdo a las características que el experto ha descubierto con su práctica. Se utiliza la clasificación de los defectos, que el experto, por el proceso productivo ha descubierto. Dentro de esta clasificación podemos tener: manchas, marcas de rectificación, defecto de forjado, grietas, molotes etc.

El procesamiento de las imágenes se realiza utilizando la caja de herramientas de MATLAB de procesamiento digital de imágenes. Los intervalos de valores de los píxeles en niveles de grises corresponden a conjuntos difusos que se eligen de la siguiente manera: defecto del balón- parte de la superficie que generalmente perdió el cromado que en niveles de grises corresponde en un intervalo entre 8 y 57, superficie sin defecto que corresponde a la superficie cromado y que a sido detectado en el procesamiento de imágenes entre 53 y 250. De acuerdo con los valores del código nosotros determinamos la correspondencia de las variables lingüísticas que representa la característica cualitativa de la medición: defecto, superficie buena.

De acuerdo a la opinión de los inspectores, las dimensiones de defecto mínimo que puede ser descubierta sin necesidad de instrumentos son del orden de  $\frac{1}{2}$  mm. Con esta metodología la distancia lineal mínima corresponde a la densidad de píxeles por pulgada, al tamaño de la imagen y la resolución del instrumento que se utiliza para la adquisición de la imagen. Esto quiere decir que las dimensiones de los defectos que pueden ser detectados son comparadas con las dimensiones del píxel.

El desarrollo del sistema de detección de defectos requiere la obtención de conocimientos específicos de los expertos. Así, una de las prioridades son la adquisición y análisis de la información recopilada de la experiencia y conocimiento de los inspectores. Tenemos que utilizar el lenguaje de referencia para obtener información y transformarla en normas para la toma de decisiones con respecto a los datos y de su tratamiento. Esto es con el fin de crear normas lingüísticas para describir la información que los inspectores proporcionan para detectar defectos sobre la superficie de los balines y la forma en que se da esa detección de las anomalías. En particular, encontrar la homogeneidad de las zonas con defectos es muy importante para determinar todas las zonas con defecto.

Para descubrir las zonas con anomalías sobre la superficie del balín, se realiza un análisis de una superficie elemental que consiste en comparar puntos colindantes. Los puntos colindantes (en un determinado orden para eliminar desviación) de cada superficie elemental son 64 puntos vecinos. El tamaño mínimo de puntos para iniciar una detección esta determinado por las dimensiones de esos 64 puntos vecinos. Este tamaño es mucho más pequeño de acuerdo a las dimensiones del defecto mínimo exigido. Si se analizan los datos, entonces se puede observar que se obtendrá una matriz de salida de igual tamaño a la de la imagen.

La superficie del balín resulta del tamaño de la imagen tomada. Las dimensiones reales del balín son de 13 mm de diámetro. La imagen fue tomada con una lente de aumento e iluminada con luz tenue desde la parte de arriba. El balín se encuentra aislado con una pantalla blanca, lo que permite eliminar las sombras. Se utilizó una cámara con una resolución de 7 mega píxeles. Se obtiene una imagen de tamaño rectangular de  $m \times n$ , formada por los píxeles en niveles de grises.

Se procesa la imagen de un balín cuyo diámetro es de 13mm., el tamaño del defecto sobre la superficie del balín es de 2.5 mm. Para procesar los datos del sistema difuso en MATLAB, es necesario generar un archivo tipo texto de los datos con extensión .dot. La demostración del algoritmo para el diseño del sistema se realiza utilizando **fuzblock** lo que permite aplicar los vectores entradas y organizar las salidas para desplegar los datos.

Se muestran la forma en que se diseña un sistema difuso y como se van obteniendo los resultados para la detección del defecto. Se observa la construcción de la base de conocimiento y su evaluación se realiza utilizando el modelo Mandani. Se determina que el sistema debe tener ocho entradas. Las entradas se interrelacionan, evaluándose en todas las reglas lingüísticas. Los resultados de la evaluación de las entradas en las reglas lingüísticas se refleja en la respuesta del sistema output1. Las salidas de todos los vectores de entrada se almacenan en una matriz de  $N \times N$  y utilizando el algoritmo descrito anteriormente determinamos con los 64 píxeles vecinos la dimensión del defecto detectado, que es aproximadamente de  $6\mu\text{m}$ . El vector de entrada se compone de 8 datos, los cuales son seleccionados de acuerdo a una matriz. La salida del sistema difuso es un dato crisp que el ingeniero del conocimiento interpreta para utilizarlo para la detección del defecto.

El sistema de detección que presentaron obedece a determinadas condiciones de experimentación, ya que en el momento en que aborden la automatización del proceso de inspección se tendrán que determinar las condiciones para tener una buena adquisición de imágenes. La detección de defectos se ha realizado en balines de diferentes dimensiones, de acuerdo a lo que producen en la fábrica para la que hacen esta investigación de desarrollo tecnológico.

## **REPORTE 1**

**DAVID MARTÍNEZ PEÑA**

**ICO 9**