IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE VISION PARA FALLAS DE FALTA DE REMACHES

Cesar Eduardo Garcia Ortega
cesaredgarcia@yahoo.com

RESUMEN.

Este trabajo inicio debido a un problema en una línea de producción que ensambla interruptores de presión para transmisiones automotrices tenia graves problemas de calidad debido a que se habían embarcado piezas con falta de remaches y esto genero un gran problema con el cliente. Para eliminar este problema se implementó un sistema de visión automatizado que detecta la falta de remache de la pieza. Debido a las restricciones de espacio en el equipo el sistema utiliza un robot para tomar la pieza y presentarla a las cámaras del sistema de visión para ser evaluada y poder tomar una determinación de que el remache se encuentra presente. El robot coloca la pieza en un transportador de descarga si el sistema no encuentra problemas en la pieza o en un contenedor si la pieza es rechazada. Gracias a la implementación de este sistema los eventos de calidad han disminuido de 6 PPMs a 1 PPM, además esa característica de inspección le fue retirada a los operadores y se pudo balancear la carga de trabajo.

Palabras Claves: Sistema de visión, detección de fallas.

INTRODUCCIÓN.

En una planta de ensamble de sensores automotrices hay una línea de producción que ensambla interruptores de presión para transmisiones automotrices que ha tenido graves problemas con el cliente debido a que se ha embarcado piezas con remaches faltantes, el remache se usa para cerrar la pieza y que los componentes internos se mantengan es su lugar.

Aunque el proceso de formado de remaches es usado en líneas manuales y realizado en diferentes maquinas, este problema es propio de una celda automatizada de alto volumen.

Los once remaches usados por cada interruptor son cargados automáticamente al sub ensamble por un sistema neumático de carga por vacío, la pieza entonces avanza hacia otra estación donde son formados al mismo tiempo con una prensa hidráulica que es controlada por fuerza.

A pesar de que existen procesos para verificar la carga, formado en prensa y altura del remache ya formado se han tenido eventos donde remaches sin formar han logrado escapar todos estos controles y han sido embarcados a cliente, esto debido principalmente a que la verificación final es realizada por el operador de manera visual y debido a la cantidad de características a revisar se sabe que este método no es robusto.

Este fenómeno se ha repetido a través de los últimos años y no se ha podido corregir en su totalidad esto ha afectado grandemente la imagen de la compañía con el cliente quien requiere altos estándares de calidad no solo para poder mantener las relaciones de negocios sino para poder expandir los negocios de sensores automotrices con nuestra compañía.

Es por esto que se ha optado por implementar un sistema automático que permita verificar que todos los remaches estén presentes y correctamente formados en los interruptores de presión que se fabrican en la compañía.

Objetivo

Implementar un sistema de visión que detecte falta de remaches de un interruptor de presión automotriz.

FUNDAMENTOS

En los últimos 20 años los sistemas de visión automáticos se han beneficiado del constante desarrollo de los sistemas de visión, cuyas aplicaciones ahora abarcan una gran variedad de diversos productos industriales, como la madera, textiles, piedras, partes de automóviles y productos de agricultura. (1)

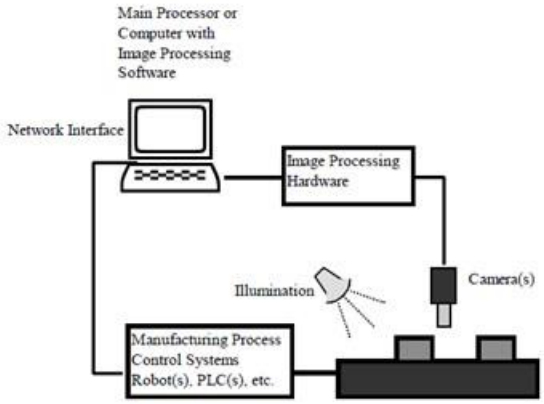
La competencia es cada vez mayor y debido a esto, la calidad y la velocidad de la producción se ha convertido en un factor importante. Esto da lugar a la necesidad de disponer de sistemas de visión artificial en la industria.

La visión artificial ofrece soluciones innovadoras direccionadas a la automatización industrial. Una gran cantidad de actividades industriales se han beneficiado de la aplicación de la tecnología de visión artificial en los procesos de fabricación. (2)

Tradicionalmente, la inspección visual y control de calidad se llevan a cabo por humanos expertos. Aunque los seres humanos pueden hacer el trabajo mejor que las máquinas en muchos casos, son más lentos que las máquinas y se cansan rápidamente. Por otra parte, los humanos expertos son difíciles de encontrar o mantener en una industria, requieren una formación y sus habilidades pueden tomar tiempo en desarrollarse. (3) La inspección visual humana es subjetiva, toma mucho tiempo, y no puede garantizar la calidad consistente de la inspección. (4)

Las máquinas de visión han sido aplicadas con éxito en muchos problemas de inspección industrial, lo que permite un control más preciso y más rápido de la calidad. (5)

Los sistemas de visión han hecho grandes progresos en las pasadas décadas. Mucho trabajo se ha hecho en este campo, y algunas técnicas de inspección de superficie uniforme ya han sido utilizadas en las industrias. (6)



1. Ejemplo de sistema de visión industrial

La Imagen anterior ilustra la estructura de un sistema típico de visión industrial. En primer lugar, un ordenador se emplea para el tratamiento de las imágenes adquiridas. Esto se logra mediante la aplicación de análisis de procesamiento de imagen de propósito especial y software de clasificación. Las imágenes se adquirieron por lo general por una o más cámaras situadas en el área de inspección. Las posiciones de las cámaras suelen ser fijas. En la mayoría de los casos, los sistemas de automatización industrial están diseñados para inspeccionar objetos sólo conocidos en las posiciones fijas.

La escena está iluminada y dispuesta con el fin de facilitar la recepción de las características de la imagen necesarias para el procesamiento y clasificación apropiada.

Un sistema de visión industrial típico contiene los siguientes elementos.

- Cámaras. La cámara es una parte importante del sistema de visión ya que este es el elemento que cata la imagen que se pretende analizar.
- Lentes. Los lentes son importantes para una cámara sin ellos, una imagen no puede ser capturada. Los dos parámetros fundamentales de una lente óptica son la longitud focal y la abertura máxima.
- Iluminación. Los sistemas de iluminación son las fuentes de luz, la luz se centra en los materiales u objetos durante la inspección. El rendimiento del sistema de iluminación influye en gran medida de la calidad de imagen.
- Procesador o computadora. Este dispositivo es el cerebro del sistema y es donde corre el programa o código que realiza el análisis de la imagen captada.

La calidad de imagen es clave y la selección de material para obtener la mejor imagen posible es importante para poder reducir el tiempo de procesamiento. Esta información se compara con la base de datos y se toma una decisión. Las técnicas utilizadas son llamados de procesamiento de imágenes y análisis. Estas técnicas se utilizan para procesar la imagen. Entonces la imagen como resultado se utiliza para decodificar la información incrustada en la imagen utilizando técnicas de análisis. (7)
Las técnicas de procesamiento de imágenes implican:

• Convertir una imagen a otra imagen (Filtros, detección de bordes, segmentación)

• Análisis estadístico de valores de los píxeles de la imagen

• Reconocimiento de un patrón, igualamiento de Patrón (OCR)

• Descubrimiento y manipulación (Clasificación de objetos)

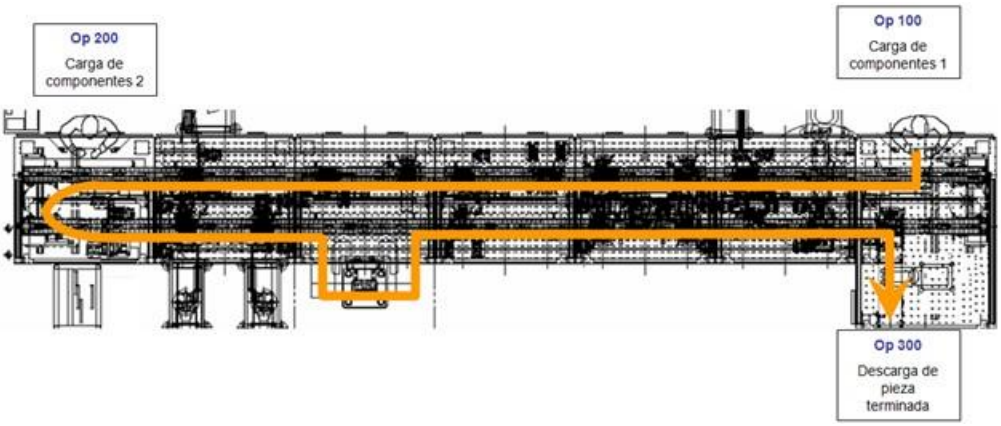
• Medición (Mediciones en imagen segmentada)

• Extracción de código (código de barras, Datamatrix, código Pharma, Barra deDatos)

Aquí es donde los sistemas de visión entran como una opción de detección de defectos, con estos sistemas es posible obtener detecciones de casi 99% de efectividad lo cual supera ampliamente a la detección humana, sin embargo aún estos sistemas están limitados por las posibles formas de las piezas a detectar las cuales limitan o complican algunas de las características a analizar. (8)

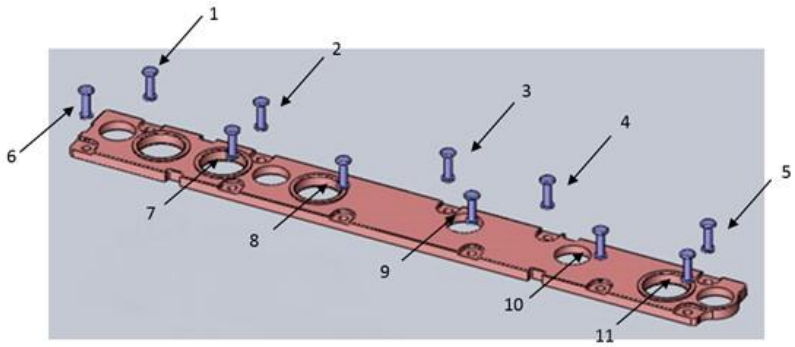
PROCEDIMENTO

Esta línea de producción en particular tiene la característica de que todo el proceso de ensamble y prueba se lleva a cabo en una sola máquina. Para poder tener un control robusto se decidió que la prueba de inspección debe de llevarse dentro del equipo para eliminar la variable humana.



2.Máquina de ensamble

El interruptor de presión automotriz a inspeccionar tiene 11 remaches los cuales se pretende ser inspeccionados por el sistema de visión. El interruptor tiene 6 remaches de un lado y 5 del otro.



3.Remaches en interruptor de presión

El sistema de vision debe de verificar que los 11 remaches esten presentes en la pieza, al momento de realizar la prueba. Los remaches entran por el lado frontal, el cuerpo primero y la cabeza al final y sale por la parte trasera y esa parte o punta del cuerpo es la que es formada por la prensa para sujetar los componentes.

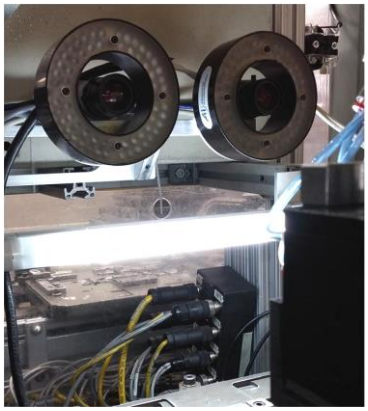
4.Interruptor de presión con remaches faltantes

Sistema de visión. Debido a las dimensiones del interruptor de presión (largo) se necesitaran 2 cámaras para poder ver los 11 remaches. Se escogió un sistema de visión de tiempo real de National Instruments NI EVS-1464RT para cámaras GigE, las cámaras tienen una resolución de 5MP con sensor CMOS y conexión Ethernet al controlador lo cual hace posible la inspección en menos de 2 segundos que es lo requerido para poder mantener el tiempo de ciclo de la máquina.

5. Sistema de visión en tiempo real National Instruments y cámara GigE de 5MP

Debido a que el sistema debe de ser integrado dentro de la máquina, el mecanismo de manipulación tuvo que ser actualizado ya que la estación a ser usada solamente descargaba las piezas del nido de la maquina a una banda transportadora y ahora se necesitaba levantar la pieza, presentarla a las cámaras del sistema de visión y colocarla en base al resultado de la prueba, al transportador si la pieza es aceptada en la prueba o a un contenedor si la pieza falla la prueba. El robot usado es un Fanuc LR Mate 200i B debido al tamaño y a que ya existe uno igual en la maquina lo cual facilita su integración. Para la integración del sistema de visión se tuvo que hacer una base en la cual se montó el robot y el sistema de control. Se retiró el sistema neumático anterior y se reemplazó por el robot.

Se diseñaron bases para montar las cámaras del sistema de visión y el sistema de iluminación sobre el nido donde va montado el interruptor de presión.

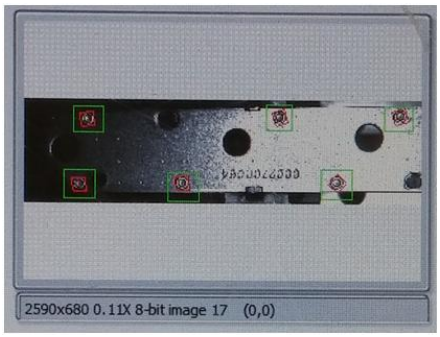


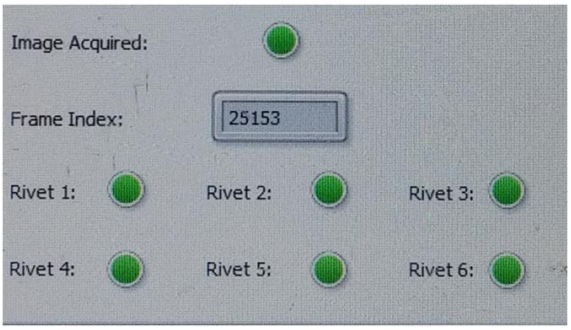
6. Robot instalado en la estación y cámaras de visión montadas sobre el nido

Primeramente se creó un programa en el robot para replicar la función del sistema anterior el cual es descargar las piezas del nido al transportador, mientras se trabajaba en el programa de detección de remaches. Ya que el interruptor se encuentra fijo bajo las cámaras del sistema de visión, se crearon áreas de inspección sobre cada posición donde se espera que estén localizados los remaches (recuadro verde), dentro del área de inspección de cada remache se localiza el remache que va a ser evaluado, para buscar solamente el remache dentro del área se usa una función de comparación de una imagen previa que en este caso es de un interruptor con todos sus remaches.

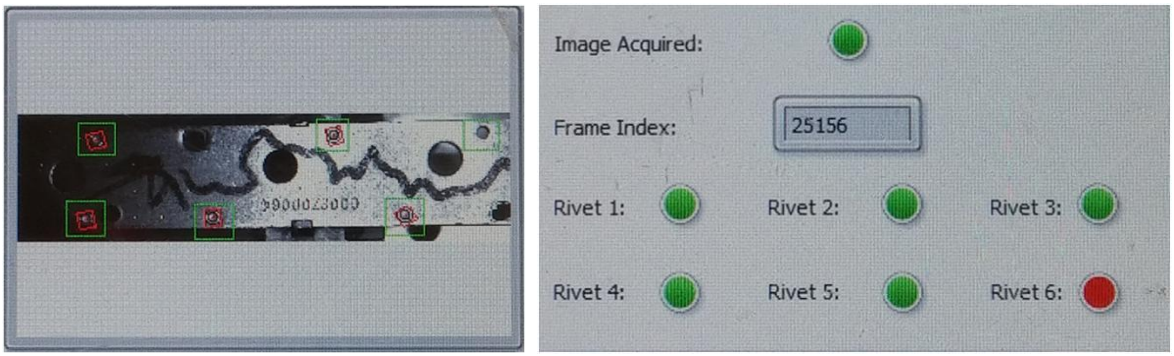
RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS

El sistema compara el área seleccionada con la imagen de referencia y entre mas se asemeje la imagen actual con la de referencia más se puede considerar la pieza como buena.





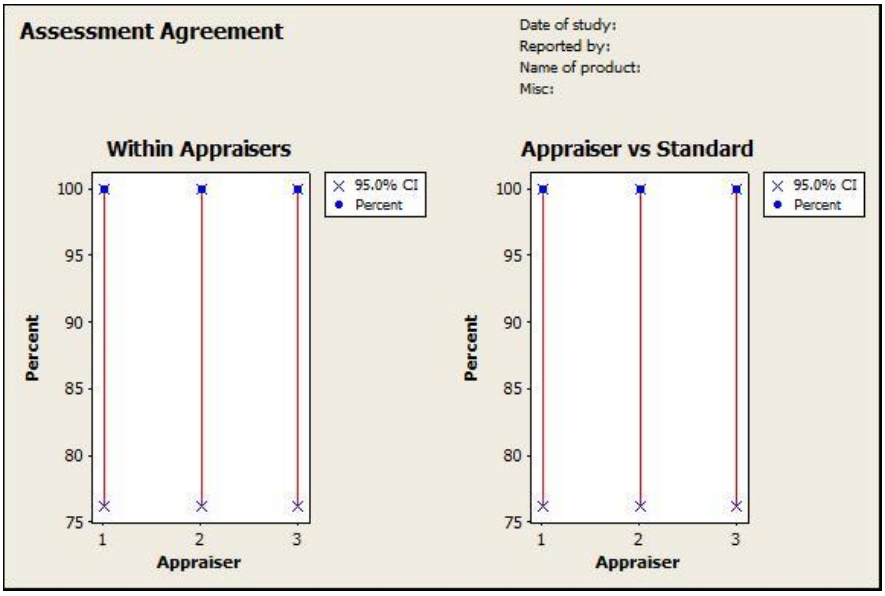
7. Sistema evaluado con interruptor de presión con todos sus remaches



8. Sistema evaluado con interruptor de presión con remache faltante

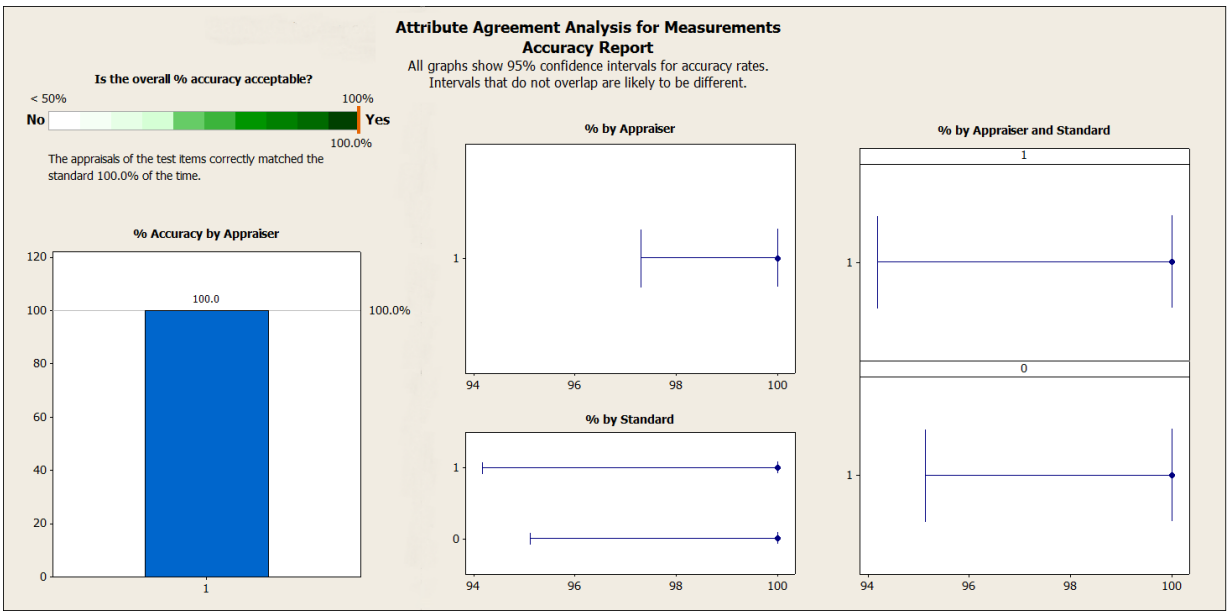
Una vez que se crearon las ventanas se realizaron las pruebas para determinar el límite de la condición de comparación. El porcentaje de comparación se dejó en 80% y con este se realizó la validación del sistema.

Validación del sistema. Para la validación del sistema se realizó un estudio de repetitividad por atributos para determinar el nivel de detección del sistema. Para este estudio se tomaron 11 muestras 6 piezas con todos los remaches y 5 piezas con remache faltante en diferentes posiciones. Las piezas se metieron a la máquina para ser evaluadas por el sistema de visión.



9. Resultados de estudio de repetitividad

Los resultados del estudio muestran que no hubo diferencia en los resultados de inspección entre las piezas puestas en diferentes nidos y tampoco hubo diferencia entre el resultado obtenido y el resultado esperado.



10. Resultado de estudio de acuerdos por atributos

En este resultado se puede observar que las piezas evaluadas siempre dieron el valor esperado en todas las repeticiones.

CONCLUSION

Después de la validación el sistema fue liberado al área de producción para su uso, desde su implementación ya no se han tenido reclamos de cliente por falta de remaches, esto ha bajado los PPM's de 6 a 1 en el último cuarto del año.

REFERENCIAS

1. **Bianconi, Francesco , et al.** *A sequential machine vision procedure for assessing paper impurities.* Espana : s.n., 2013.

2. *Machine Vision Systems and Image Processing with Applications.* **Bhanu Prasad, Pinnamaneni.** 2013, Journal of Innovation in Computer Science and Engineering.

3. **Malamas, Elias N., Petrakis, Euripides G.M. and Zervakis, Michalis.** *A SURVEY ON INDUSTRIAL VISION SYSTEMS, APPLICATIONS AND TOOLS.* Crete : Department of Electronic and Computer Engineering, 2013.

4. *Automated SMD LED inspection using machine vision.* **Perng, Der-Baau, Liu, Hsiao-Wei and Chang, Ching-Ching.** Taiwan : Springer-Verlag London, 2011, pp. 1066-1069.

5. **Shen, Hao , et al.** Bearing defect inspection based on machine vision. *Measurement.* Beijing : Elsevier, 2012, pp. 719–733.

6. **Pang, Grantham K.H. , Ngan, Henry Y.T. and Yung, Nelson H.C.** Automated fabric defect detection. *Image and Vision Computing.* Hong Kong : Elsevier, 2011, pp. 442–458.

7. *Prospects of Computer Vision Automated Grading and Sorting Systems in Agricultural and Food Products for Quality Evaluation.* **V G, Narendra and K S, Hareesh .** 2010, International Journal of Computer Applications, pp. 3-6.

8. **Safa, Mahdi , et al.** Automating measurement process to improve quality management for piping fabrication. *Structures.* Waterloo : Elsevier, 2015.