

Diseño de un prototipo para pulir lajas de mármol utilizando servo-visión.

Montes Fuentes Selene, Bustillo Díaz Mario Mauricio, Rangel Huerta Alejandro, Ata Pérez Apolonio, Flores Franco Joel,
Martínez Guzmán Gerardo, Quiroz Hernández Nicolás, Juárez Díaz Gabriel
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Facultad De Ciencias de la Computación
Laboratorio de Desarrollo Tecnológico
Av. 14 Sur Col. San Manuel, Puebla, Pue., México
Tel: (222) 2-29-55-00 extensión

mofuse123@hotmail.com, bustillo1956@hotmail.com, arangel@cs.buap.mx, apolonio@cs.buap.mx,
floresfranco1319@gmail.com, gguzman@cs.buap.mx, niquiroz@gmail.com, j.gabriel@rocketmail.com

RESUMEN

En este artículo se describe el diseño de un prototipo para pulir lajas de mármol utilizando servo-visión. El sistema cuenta con un robot tipo pórtico con ejes XYZ que son manipulados por motores a pasos. El control de los motores se realiza mediante el uso de una tarjeta de adquisición de datos y tarjetas de poder que se comunican con la interfaz de LabVIEW donde es generado el PWM. En el sistema se utilizan técnicas de visión artificial como la calibración de la cámara e imagen y aplicación de filtros para el procesamiento digital de imágenes. Se determina una región de interés para aplicar la umbralización como un método para la detección de objetos. El proceso que se desarrolla con la visión artificial es parecido al realizado en la producción de mármol. El mármol es pulido y las herramientas son manipuladas por un operador.

Palabras clave: visión artificial, control de motores, tarjeta de adquisición, lajas de mármol.

ABSTRACT

This paper describes the design of a prototype for polishing marble slabs using servo-vision. The system has a gantry robot with XYZ axes that are manipulated by stepper motors. The engine control is performed by using a data acquisition board and power cards that communicate with LabVIEW interface where the PWM is generated. In the system of artificial vision techniques such as camera calibration and image and applying filters for digital image processing they are used. A region of interest is determined to apply the threshold as a method for detecting objects. The process develops artificial vision is similar to that performed in the production of marble. The marble is polished and tools are manipulated by an operator.

Keywords: computer vision, motor control, data acquisition card, slabs of marble.

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este proyecto es emular el proceso que se hace para el pulimento de mármol. En algunas empresas realizan esta actividad de producción de forma manual o semiautomática, tal es el caso de la localidad de Tecali de Herrera, Puebla. Los procesos que se ejecutan para el pulimento de mármol aún no están modernizados y son insalubres para el operador.

El uso de la visión artificial es para la identificación de defectos que se puedan encontrar sobre las lajas de mármol, como rugosidades que son producidas cuando se efectúa el

corte de los bloques de mármol o los que son hechos cuando se forma la roca.

El sistema cuenta con 3 motores a pasos que fueron seleccionados de acuerdo al torque necesario para poder mover las placas y soportar el peso de la losa. Se utilizaron las medidas de nema 23 y nema 34 con torque de 19kg/cm y 21kg/cm. Para su control se diseñó el software en la plataforma de LABVIEW, configurando el PWM para cada uno de ellos. El pulso es enviado a 3 pines de salida de la tarjeta de National Instruments NI-6251. Se utilizaron 3 tarjetas de potencia de Microkinetics donde van conectadas las bobinas de los motores y una fuente de poder.

Se utiliza una tarjeta de video nipi-1409 IEEE de National Instruments y una cámara Basler para trabajar la visión artificial. El software que se utiliza es NI Vision Builder AI, y se realiza la calibración de cámaras, la cual permite tener las dimensiones del objeto real.

El tipo de defectos que se determinan en la losa son dos:

- (a) Cuando el defecto es una rugosidad
- (b) Cuando el defecto es un hoyo (orificio)

Si es un orificio, las placas posicionaran a la losa, de tal manera que se pula todo aquello que no sea parte del defecto para que se empareje con la profundidad del orificio, siempre y cuando esta no sobrepase las medidas de los 5 milímetros. Si es una rugosidad las placas posicionaran a la losa de tal manera que se pula el defecto emparejándolo con toda la superficie de la losa.

1. VISIÓN ARTIFICIAL

La visión artificial es un campo de la inteligencia artificial que usa diversas técnicas para hacer un análisis de información a través de imágenes digitales.

La visión artificial tiene como base a dos sistemas y son: el sistema de formación de las imágenes y el sistema de procesamiento. Sin embargo para que se efectúe la visión artificial, es necesario que se tengan subsistemas. [1]

Subsistema de iluminación: Involucra a dispositivos que son capaces de emitir radiación electromagnética para que afecte los objetos a visualizar. Algunos ejemplos son: focos, lámparas, láseres, etc.

Subsistema de captación: Se refiere a los transductores que transforman la radiación reflejada luminosa en señales eléctricas. Un ejemplo de ello son las cámaras CCD.

Subsistema de adquisición: Consiste en la formación de la señal de vídeo.

Subsistema de procesamiento: Es una computadora donde se procesa la información y se le aplican los algoritmos necesarios.

Subsistemas de periféricos: Es un grupo de componentes que reciben la información como un monitor o una impresora. [2]

2. ADQUISICIÓN DE LA IMAGEN

Para el filtrado de las imágenes, el primer paso a realizar es la adquisición de la imagen, que se efectúa de modo automático y se obtiene una sola imagen, considerando que las condiciones de iluminación sean las mismas en la adquisición de la imagen. En la figura 1 se observa la elección de la cámara que se usa y se obtienen los atributos de la imagen tomada como el brillo, la exposición y la tasa de cuadros.

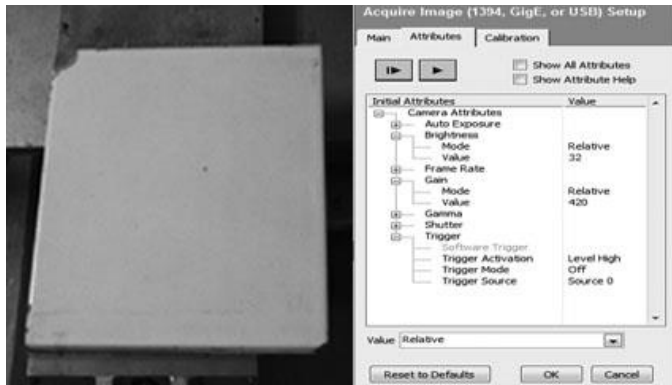


Figura 1. (a) Imagen adquirida (b) Atributos de la imagen

2. CALIBRACIÓN DE LA CÁMARA

La calibración de la cámara es un proceso para corregir los problemas básicos en la etapa de construcción del sistema de visión, como ejemplo, la distorsión que existe al momento de capturar la imagen para su procesamiento. Esta distorsión se debe a que la cámara se encuentra en una posición diferente a 90° del objeto a capturar. Los píxeles de la figura se convierten en medidas del mundo real. La calibración nos ayuda a tener un punto de referencia para poder llevar a cabo todo el proceso de análisis de la imagen. El punto de referencia es un plano con coordenadas XY que se utiliza para determinar los puntos de inicio y fin para desplazarse y encontrar los defectos detectados. [3]

En la figura 2a se muestra el proceso de calibración donde se seleccionan 4 puntos de la losa, en la figura 2b se muestra la imagen calibrada.

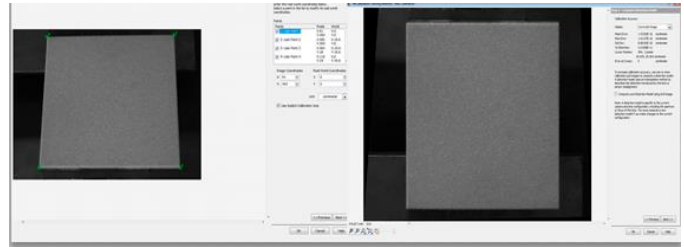


Figura 2. (a) Proceso de calibración, (b) Imagen Calibrada

3. FILTRADO DE LA IMAGEN

El objetivo del filtrado de la imagen es hacer que sean visibles los defectos, para ello se ocupa el asistente de visión que nos ofrece el programa de Vision Builder AI. El filtro que se ocupa es el de convolución pues su función es mejorar la calidad de la imagen realzando los detalles y aumentando su nitidez. En la figura 3 se observa que aplicándole el filtro de convolución a la losa se descubren los detalles con mayor definición, para el caso de una rugosidad se nota con claridad las irregularidades presentadas, para un orificio se perciben claramente [4].

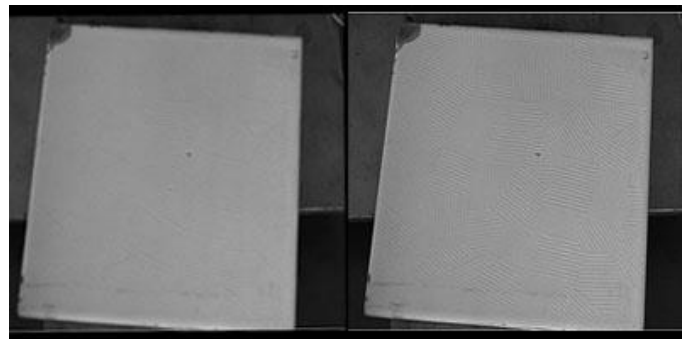


Figura 3. (a) Imagen Original (b) Imagen con filtro de convolución

4. DETECCIÓN DE OBJETOS

La detección de objetos se realiza para determinar las coordenadas en donde están localizados los defectos y su cantidad que se encuentra en las losas. Con la ayuda de un umbral, cuya función es eliminar los valores superiores o inferiores se identifican los defectos.

En la figura 4 se muestran:

(a) Los defectos que son detectados con el umbral (b) El método de umbral seleccionado. Este método se usa con la configuración de un valor superior que permite controlar el número de defectos descubiertos y su localización. En las imágenes adquiridas se marca una región de interés para delimitar el tamaño de la losa.

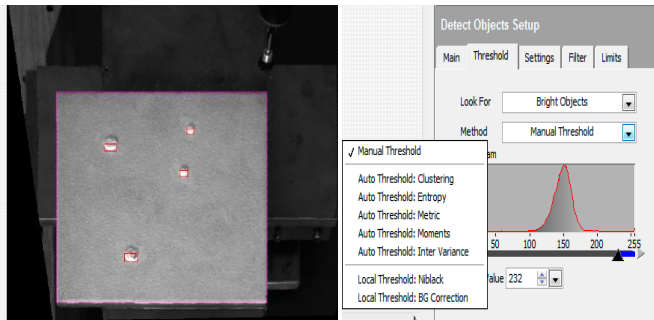


Figura 4. (a) Defectos detectados (b) Aplicación del umbral

5. CRITERIOS DE FILTRO

En el módulo de detección de objetos se seleccionan los criterios de filtro, su objetivo es detectar el tipo de defecto con el análisis de varios parámetros, por ejemplo el perímetro, el área, las longitudes, etc. En este caso es usado el parámetro de área, ya que determina un rango mínimo y máximo para los defectos. En la figura 5 se selecciona el parámetro de área para un defecto. El defecto es un orificio. [5]

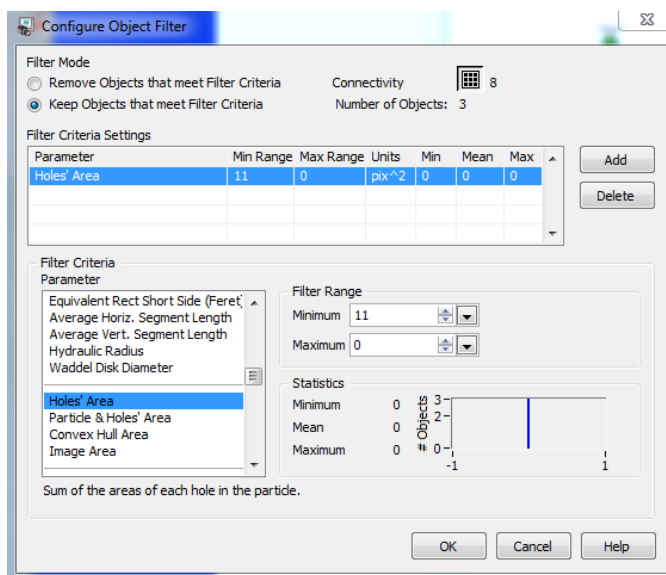


Figura 5. Selección de área como criterio de filtro

También es usado el parámetro de perímetro del agujero para determinar los defectos que pasan la inspección para llevar a cabo el pulido.

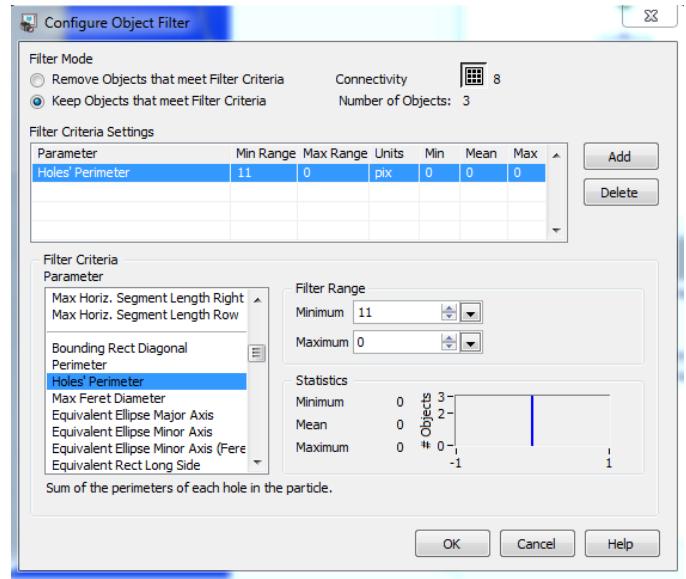


Figura 6. Selección de Perímetro del agujero como parámetro

En la figura 7 se muestra el último criterio de filtro que se usa. El filtro utilizado es el de centro de masa en centímetros, este nos muestra las coordenadas en centímetros para que sea fácil el posicionamiento de los motores.

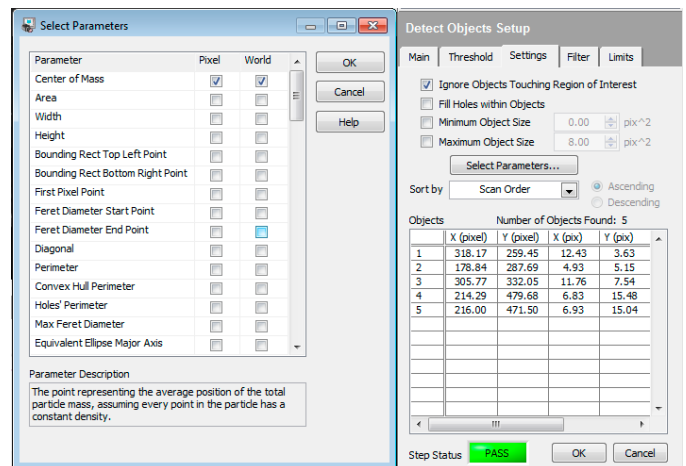


Figura 7. Parámetro centro de masa

6. PWM

El PWM se diseña para mover los motores a pasos, teniendo en cuenta las condiciones de inicio y paro. El control posiciona las placas del mecanismo para realizar el pulido. El hardware que se utiliza es la tarjeta NI-6251 que tiene salidas digitales para el pulso modulado, con una frecuencia necesaria para mover cada motor. En la figura 8 se muestra el software diseñado en LABVIEW representado con un diagrama de bloques y la interfaz es representada en un panel frontal [6].

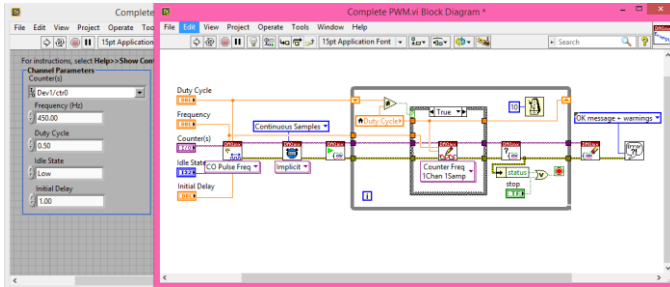


Figura 8. (a) Panel frontal (b) Diagrama de bloques

7. USO DE VARIABLES COMPARTIDAS

Cuando se concluye el procesamiento digital de imágenes los resultados obtenidos se pasan a la interfaz de LabVIEW, en donde se realizan los cálculos correspondientes para posicionar las placas del mecanismo. Para la realización de los siguientes procedimientos es necesaria la comunicación entre el software de LabVIEW y el software de Vision Builder AI. Esta comunicación se hace con el uso de las variables compartidas. La función de las variables compartidas es enviar parámetros que el sistema de Vision Builder AI usa para calcular automáticamente la posición de los defectos con los bloques programados.

Tanto en LabVIEW como en Vision Builder AI se crean variables de red, en LABVIEW se realiza un proyecto que incluye las variables recibidas. En la figura 9 se muestran los pasos para crear una variable seleccionando el tipo de dato y el nombre [7].

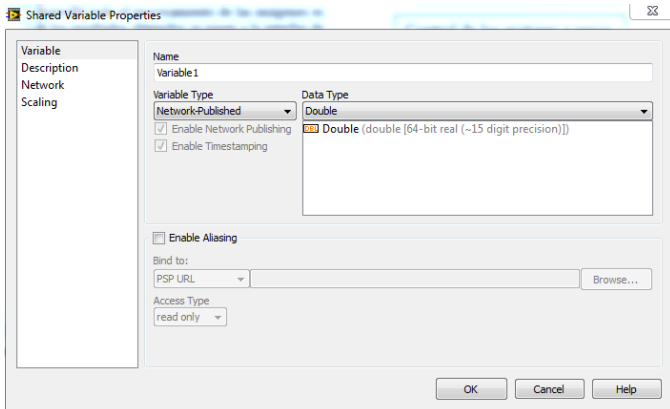


Figura 9. Creación de una variable compartida

Cuando se crean las variables se arrastran al diagrama de bloques para utilizarlas y se le agrega un indicador que mostrará el valor de la variable recibida.

En la figura 10 se muestra la variable compartida con su indicador.

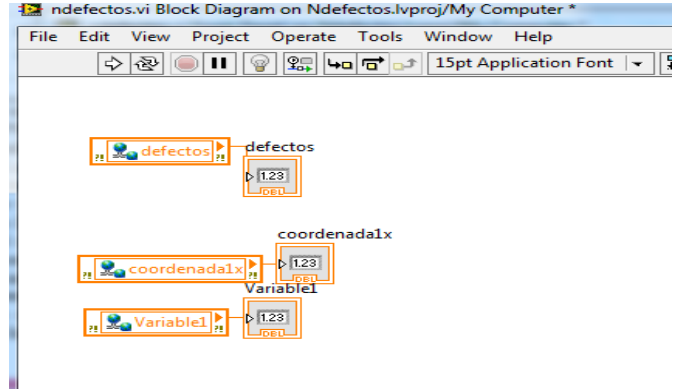


Figura 10. Variable compartida en diagrama de bloques y con indicador

Las variables utilizadas en el diagrama de bloques aparecen en el panel frontal y es un proceso automático, y se usa como interfaz final del programa.

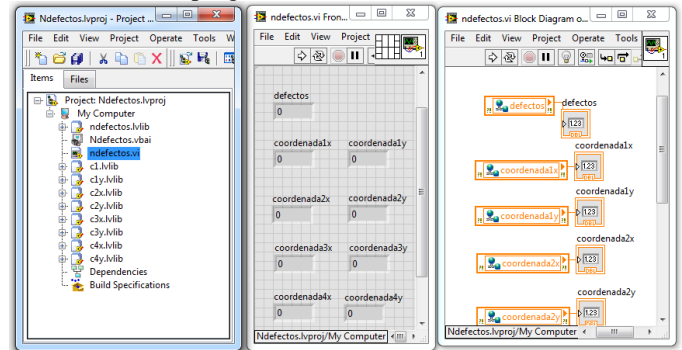


Figura 11. (a) Creación del proyecto en LabVIEW (b) Panel Frontal (c) Diagrama de bloques

8. PRUEBAS Y RESULTADOS

En la figura 12 se hace una visualización general del algoritmo para la implementación del sistema.

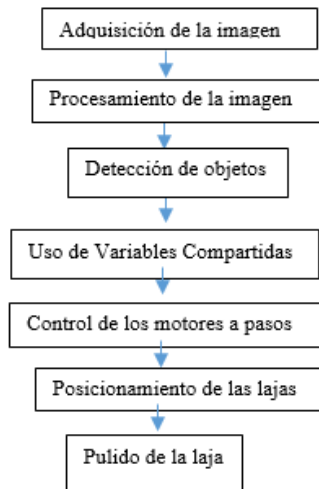


Figura 12. Diagrama del sistema

En la figura 13 se muestra el mecanismo del sistema con los motores a pasos y la pulidora.

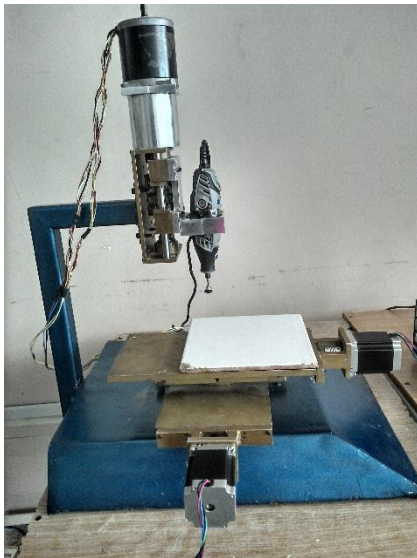


Figura 13. Mecanismo del Sistema.

En la figura 14 se observan las tarjetas utilizadas en el control de los motores para el posicionamiento de las losas.

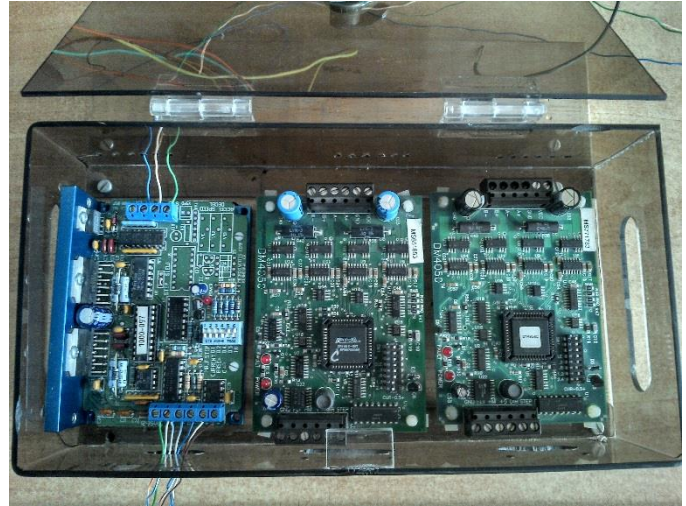


Figura 14. Tarjetas para controlar los motores

En la figura 15 se observa la interfaz implementada en el software de Vision Builder AI. Esta prueba tiene como resultado el número, el tipo y la localización de los defectos. Para que los parámetros de las coordenadas sean adquiridos por LabVIEW se debe ejecutar en primer lugar el programa realizado en Vision Builder AI y después el programa realizado en LabVIEW.

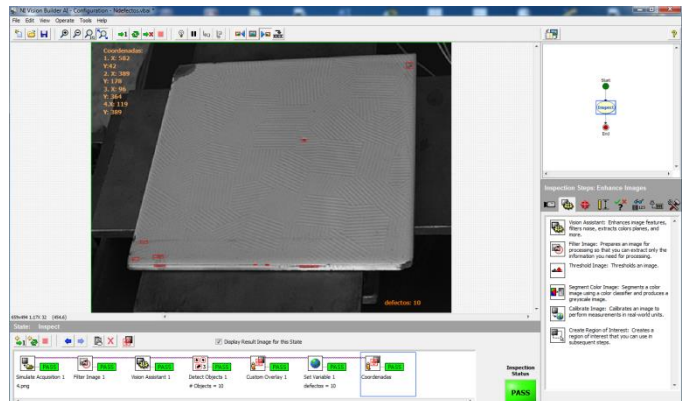


Figura 15. Interfaz de VISION BUILDER

En la figura 16 se puede apreciar una prueba donde se detectan dos agujeros, el programa arroja las coordenadas en pixeles y en centímetros de la localización de cada uno de ellos para llevar a cabo el pulimento del mármol.

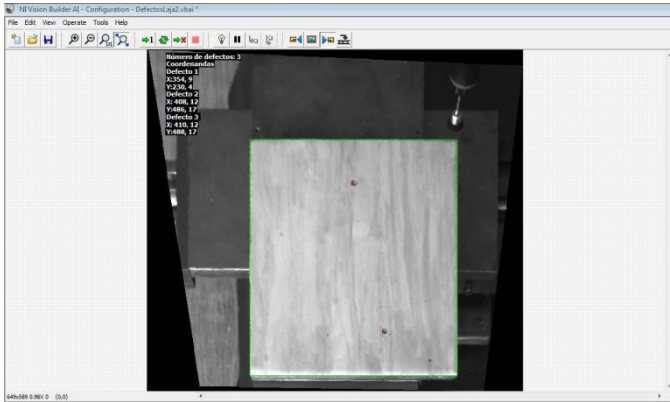


Figura 16. Prueba de laja de mármol

En la figura 17 se observa el sistema implementado en LabVIEW donde muestra el número de defectos. En la prueba realizada, la losa presenta 3 defectos, 1 defecto rugoso y 2 defectos de orificios. Además muestra las coordenadas donde están localizados y un indicador que muestra cuando el pulido ha finalizado.

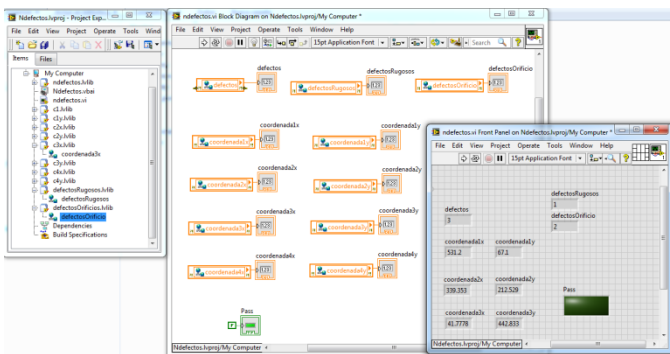


Figura 17. Interfaz de LabVIEW

En la figura 18 vemos el prototipo completo trabajando, es decir el sistema con la pulidora y los motores a pasos, las tarjetas de potencia para controlar los motores, la fuente de poder, la tarjeta NI-USB 6251 y la cámara Basler.



Figura 18. Interfaz de Vision Builder

9. CONCLUSIONES

En el desarrollo de las pruebas y resultados se observa que la detección de los defectos se determina por características propias de la imagen. Un hoyo es un objeto oscuro y una rugosidad o levantamiento es un objeto claro o brillante. Teniendo en cuenta estas condiciones al realizar las pruebas se ha tenido éxito en la detección de ambos y la cantidad de estos defectos se ha logrado en 4 pruebas con 4 losas, se obtuvo el 100% de detección de defectos.

En algunas pruebas se obtuvo un número mayor de defectos con sus respectivas coordenadas. El número de defectos observados sobre la losa era menor, más sin embargo, algunos defectos estaban encimados con las mismas coordenadas.

10. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Dr. Mario Mauricio Bustillo Díaz y al M.C Apolonio Ata Pérez por su paciencia, motivación, dedicación y apoyo para realizar este proyecto.

11. REFERENCIAS

- [1] Gonzalez Ana, J. Martínez y V. Pernía, «Universidad de la Rioja,» [En línea]. Available: <https://publicaciones.unirioja.es/catalogo/online/VisionArtificial.pdf>. [Último acceso: 3 Mayo 2015].
- [2] O. Trabocchi y F. Sanfilippo, «IACI,» 2 Julio 2008. [En línea]. Available: <http://iaci.unq.edu.ar/Materias/vision/archivos/apuntes/Aspectos%20de%20un%20Proyecto%20de%20Visi%C3%B3n%20Artificial.pdf>. [Último acceso: 1 Mayo 2015].
- [3] E. d. J. I. C. Juan Manuel Ibarra Zannatha, *Calibración y Corrección de la Distorsión Radial en Sistemas de Vision para Robots*, México, DF..
- [4] L. Gordillo Erazo y J. L. Yanez Roca, «dspace,» 2009. [En línea]. Available: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/103/1/Aplicacion%20de%20Vision%20con%20LabVIEW%20para%20la%20deteccion%20de%20frascos%20con%20turbiedades.pdf>. [Último acceso: 12 Mayo 2015].
- [5] «Pearson Catalogue,» [En línea]. Available: <http://catalogue.pearsoned.co.uk/samplechapter/0130474150.pdf>. [Último acceso: 15 Mayo 2015].
- [6] N. Instruments, «National Instruments,» 10 Mayo 2010. [En línea]. Available: <http://www.ni.com/tutorial/2991/en/>. [Último acceso: 8 Mayo 2015].
- [7] N. Instruments, «National Instruments,» 2014. [En línea]. Available: <http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/04D9A85B6967EE87862571140065EEC6>. [Último acceso: 12 Mayo 2015].