

## **Medición y análisis de formas con sensor de distancia infrarrojo**

Alejandro Páramo, Eloisa Gallegos, Humberto Ramírez y Fernando Salazar

A. Páramo, E. Gallegos, H. Ramírez y F. Salazar  
Universidad Tecnológica de Salamanca, Av. Universidad Tecnológica # 200 Col. Ciudad Bajío Salamanca Gto.  
ajparamo@utsalamanca.edu.mx

M. Ramos., V.Aguilera., (eds.) .Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2014.

## Abstract

In this design presents an alternative way to determine a particular object by means of an infrared sensor for applications in manufacturing processes. The objective is to calculate the length and width of a cube product in this case. The procedure involves taking the distance of the object to the sensor in different positions and using a data processing dimensions (length, width) are obtained. The results are presented by graphs where the measurement error and sensor behavior with object. With the system of distance measurement by triangulation that handles the infrared sensor can determine the distance from a reference to the object in question in a very precise way and with very little margin for error.

## 18 Introducción

En cuanto a la manufactura de productos se tiene la necesidad de medir dimensiones, forma, dureza, textura, color, volumen o la forma del producto, de manera rápida y automatizada utilizando los métodos más exactos y versátiles para el proceso en cuestión.

Para la medición de todos estos parámetros se puede hacer mediante métodos por contacto y métodos sin contacto. Los métodos por contacto pueden resultar erróneos o pueden alterar el producto o el objeto de interés puesto que utilizan mecanismos. De esta manera los métodos sin contacto son más eficientes puesto que facilitan la medición de una manera más rápida y exacta sin alterar el objeto de interés.

Entre las aplicaciones que se han desarrollado en la metrología para la medición sin contacto se suele utilizar sensores de distancia infrarrojos, sensores de distancia ultrasónicos y algunos métodos ópticos con procesamiento de imágenes [1-4]. Entre las aplicaciones de estos sensores destacan la extracción de características en perfiles, la salvaguarda de la distancia de frenado y la prevención de colisiones en vehículos terrestres; el guiado de proyectiles, el despegue asistido, el aterrizaje asistido y las maniobras de evasión asistidas, en aeronaves; la detección de distancia al fondo marino, y la detección de minas en vehículos anfibios; y así, un largo etcétera, de técnicas directamente aplicables a la disciplina del control y guiado de vehículos [4]. Para este proyecto se estudia y desarrolla un prototipo para el análisis de formas por medio de sensor infrarrojo. Con este sensor y mediante un escaneo de distancias alrededor del objeto en cuestión se busca medir sus dimensiones y conocer su forma por medio de un procesamiento de señales.

Es importante destacar que el método de medición del sensor infrarrojo utiliza el método por triangulación que se describe en [4] y [5]. Este método consiste en enviar una señal de luz infrarroja por medio de un emisor y por medio de un receptor medir la distancia a partir del ángulo de incidencia.

### 18.1 Método

El método que se propone en este trabajo, consiste en escanear las distancias alrededor de un objeto en estudio por medio de un sensor infrarrojo utilizando el método de triangulación [4-5] y procesar estas señales para determinar las dimensiones del objeto que en este caso consiste en un cubo de arista 6 cm para probar el prototipo (ver figura 1).

En referencia al desarrollo del prototipo se enlistan los materiales para su construcción. Siendo estos fáciles de conseguir y con un costo relativamente accesible.

Cabe mencionar que el sensor de distancia infrarrojo puede ser más exacto si se utiliza uno con más resolución pero es más costoso.

Material:

- Sensor de distancia infrarrojo
- PIC16F877A
- Servomotor de 360° giro continuo
- Sensor infrarrojo de interrupción
- Madera para prototipo

Para el desarrollo de este trabajo se realizaron las siguientes actividades:

- Prueba del sensor con un PIC16F877A
- Construcción de una base giratoria con un servomotor de 360° y giro continuo.
- Realización e instalación de un encoder para tener la posición del objeto cada 2 grados.
- Programación y armado para construir una interfaz para la adquisición de datos del sensor infrarrojo y del encoder.
- Realización de una base de datos para el análisis y procesamiento de señal.
- Algoritmo para el procesamiento de señales.

La figura muestra las partes que conforman el prototipo: base giratoria con sensor de posición angular, sensor de distancia infrarrojo, Sistema de control con el PIC16F877A y base de datos con PC.

#### Sensor de Distancia Infrarrojo

El sensor infrarrojo consiste en un módulo GP2Y0A21YK0F. Este sensor de distancia no le afecta la interferencia que pudiera existir por parte de la luz del ambiente puesto que se basa en el método de triangulación para determinar la distancia. Este método consiste en determinar el ángulo de incidencia del haz de luz infrarroja reflejado y de esta manera calcular la distancia.

#### Base giratoria con sensor de posición angular

La base giratoria con sensor de posición angular consiste en una base transparente dividida con 180 líneas negras las cuales interrumpen la señal que recibe el fototransistor del led infrarrojo proporcionando una señal cuadrada. El ángulo se obtiene utilizando la ecuación 1.

$$\theta = \text{ciclos} * 2 \tag{18.1}$$

La base giratoria es movida mediante un servomotor de 360° y giro continuo. Este servomotor puede cambiar la dirección de giro o detenerse mediante una señal PWM.

#### Sistema de Control con el PIC16F877A

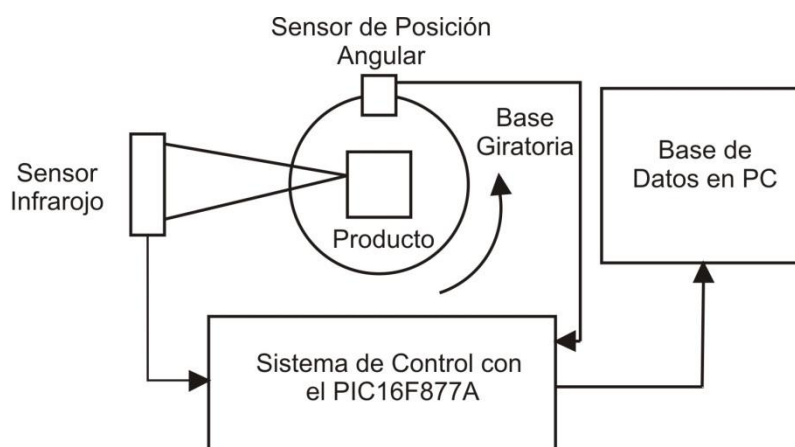
El sistema de control con el PIC cumple tres funciones principales: control de la base giratoria con servomotor y posición angular, adquisición de datos del sensor de distancia infrarrojo e interfaz con la PC.

#### Base de Datos con PC

Se armó una base de datos con cada una de las mediciones que se realizaron para hacer el procesamiento y determinar el error en las medidas del cubo.

El sensor de posición angular se comunica con el PIC16F877A y le indica la posición en la que se encuentra y cada que se incrementa la posición en el encoder el servomotor se detiene y toma la medida en esa posición, posteriormente cada una de estas mediciones se pasan a una PC mediante una interfaz. Cada uno de estos datos se almacena en una base de datos y serán procesados posteriormente para el cálculo de las dimensiones del objeto en estudio utilizando las ecuaciones 2 y 3.

**Figura 18** Integración del sistema completo



$$A = 2C - d_1 - d_3 \quad (18.2)$$

$$L = 2C - d_2 - d_4 \quad (18.3)$$

Donde:

A es el ancho

C es la distancia del sensor al centro de la base giratoria

$d_1$  es la distancia del sensor a la cara 1

$d_2$  es la distancia del sensor a la cara 2

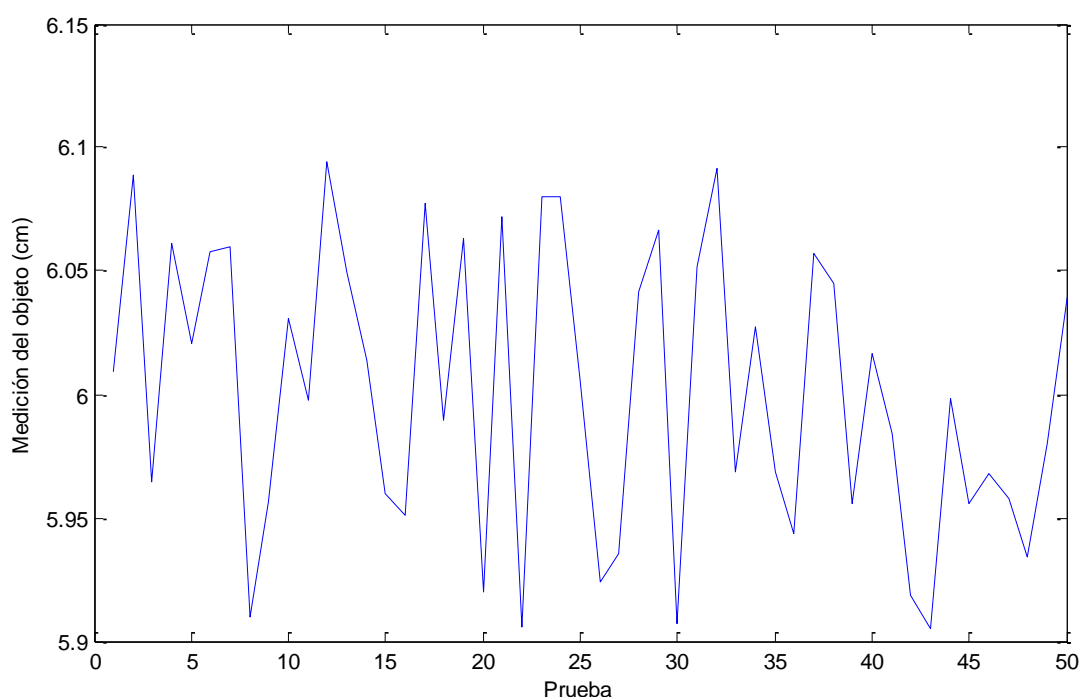
$d_3$  es la distancia del sensor a la cara 3

$d_4$  es la distancia del sensor a la cara 4

## 18.2 Resultados

Se obtuvo un sistema con una funcionalidad muy sencilla y eficiente el cual es fácil de implementar en las líneas de producción. El promedio de error encontrado en el sistema fue de 0.01% de error en un cubo de 6 cm de arista. En la figura 2 se muestran las 50 pruebas realizadas. El eje de las ordenadas muestra la medición en cada una de las pruebas y el eje de las abscisas el número de prueba que se realizó. De esta manera en la figura se muestra que el sistema arroja medidas de entre 5.9 cm y 6.1 cm y se visualiza que una cantidad considerable de mediciones cae alrededor del rango de 5.95 cm y 6.05 mejorando las mediciones para el sistema. Cabe mencionar que el sensor utilizado puede ser mejorado mediante la adquisición de un sensor industrial con más resolución pero mayor costo.

**Grafico 18** Pruebas realizadas por el sistema de sensor de distancia infrarrojo



## 18.3 Discusión

Analizando los resultados se puede mencionar que este sensor de forma general tiene un error de  $\pm 1$  mm sin embargo se muestra que las mediciones tienden a caer en un rango de error de  $\pm 0.5$  mm, lo que indica que se recomienda repetir de entre 3 y 5 veces la medición dentro del prototipo y mediante un análisis estadístico determinar la medida del sistema para este caso y disminuir así el error en el sistema. En base a las especificaciones de las hojas de datos para este sensor, se recomienda un intervalo de distancias de 10 cm a 80 cm para evitar que el error se haga más grande. También es necesario hacer pruebas para diferentes objetos así como utilizar un patrón de medida para la calibración del sistema ya que al utilizar las ecuaciones mencionadas involucra la posición e instalación del sensor en el prototipo.

## 18.4 Conclusiones

El error obtenido durante las pruebas fue relativamente pequeño para algunas aplicaciones en las líneas de proceso, sin embargo es importante mencionar que existen en el mercado sensores con más resolución para disminuir el error en estas mediciones pero que actualmente no se cuenta con este equipo de costo alto. También se observó que es muy importante considerar las gráficas de la hoja de datos para el procesamiento de la señal y el alcance del prototipo donde se especifica el alcance máximo para el cual el sensor de distancia infrarrojo tiene un comportamiento lineal.

## Referencias

- [1] Ricardo Ernesto Rivas Mendoza, Edwin Giovanny Contreras Nieto, Omar Antonio Méndez Martínez; (Septiembre de 2004); Prototipo Experimental para el Escaneo de Objetos en 3D; Ciudadela Don Bosco.
- [2] Alejandro Jurado Páramo, Eloisa Gallegos Arellano, Rafael Luna Puente; 2013; Medición de las Dimensiones del Producto en un Sistema Automatizado; Valle de Santiago, Gto.
- [3] Roberto Herrera Arias, Santiago González Jorge; Principios de Robótica: Aplicación al Guiado de Vehículos. Introducción y Sensores de Exploración; Anales de Mecánica y Electricidad. Mayo-Junio 2003.
- [4] Munguía-Alcalá Rodrigo Francisco, Grau-Saldes Antoni; SLAM con mediciones angulares: método por triangulación estocástica; Ingeniería Investigación y Tecnología, volumen XIV (número 2), abril-junio 2013: 257-274; ISSN 1405-7743 FI-UNAM
- [5] Hojas de datos del sensor de distancia infrarrojo SHARP GP2Y0A21YKOF