

Actividad 3 Histogramas

Objetivo

El objetivo de estos experimentos es analizar una serie de mediciones de una magnitud usando conceptos básicos de estadística y mediante la construcción de un histograma.

Introducción

Cuando se realizan N mediciones de una misma magnitud X en condiciones de repetibilidad (es decir, cuando se realizan las mediciones independientes bajo las mismas condiciones, igual método y observador), un estudio interesante y recomendado es efectuar un análisis estadístico de los datos y expresar el resultado de la medición en términos de los estimadores estadísticos *valor medio* $\langle x \rangle$, *desviación estándar de la muestra* S_x y *desviación estándar del valor medio* σ_x . Los datos obtenidos pueden representarse en un histograma del cual puede apreciarse cómo es la distribución de valores. El mismo tipo de análisis puede emplearse en un proceso de control de calidad cuando se estudia un *lote* de un producto a controlar y se analiza el grado de dispersión de alguna de sus propiedades alrededor de un valor medio.

Propuesta 1.- Histograma obtenido artesanalmente

Usando una regla que no exceda 20 cm, realice del orden de 100 mediciones de la longitud de la mesa que ocupa o la altura de una puerta. Realice las mediciones lo más rápido que pueda. Divida el trabajo entre los miembros de su equipo.

- Con los datos obtenidos por cada observador, realice un histograma que muestre la frecuencia de ocurrencia de cada medición.
- Para cada conjunto de mediciones, determine el mejor valor de la longitud $\langle x \rangle$, la desviación estándar de la muestra (o la desviación estándar cada medición) S_x , y la desviación estándar del promedio σ_x . Si usa Excel®, la función *Desvest* calcula directamente la desviación estándar de la muestra, o sea S_x .

- Reúna también todas las mediciones en un solo histograma y determine el valor medio de todos los valores obtenidos, la desviación estándar y la desviación estándar del promedio.
- Usando los valores medios y los de las desviaciones estándares para cada conjunto de datos, represente sobre cada uno de los histogramas las curvas de Gauss correspondientes a estos parámetros. **NOTA:** Cuando se desea comparar un histograma no normalizado (es decir un histograma cuya área no sea la unidad) con una curva normal, es necesario calcular el número total de datos N_t en el conjunto, el valor medio de los mismos, \bar{x} y la desviación estándar de dichos datos, σ_x . Si supondremos que el rango de clases está equiespaciado con una separación $\Delta x (= x_i - x_{i-1})$. Para comparar el histograma con la curva normal debemos multiplicar la distribución (1) por el factor $N_t \Delta x$. Curva de Gauss de valor medio $\langle x \rangle$ y desviación estándar σ_x .

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{1}{2}\left[\frac{x-\langle x \rangle}{\sigma}\right]^2}, \quad -\infty < x < +\infty \quad (1)$$

- ¿Qué puede decir acerca del carácter de la distribución de los resultados obtenidos en sus mediciones? ¿Están los valores distribuidos normalmente?
- Compare el valor de la desviación estándar del promedio con el error nominal del instrumento usado. ¿Cómo expresa sus resultados finales y sus errores? ¿Cuál debería haber sido el número óptimo de mediciones a realizar para determinar el valor del mesurando?
- A partir de sus datos, indique cuántos datos caen dentro del intervalo $(\langle x \rangle \pm \sigma_x)$.
- ¿Qué porcentaje de los datos caen fuera del intervalo $(\langle x \rangle \pm 2\sigma_x)$?

Propuesta 2.- Histogramas de mediciones usando fotointerruptores

Equipamiento básico recomendado: Fotointerruptor conectado a una PC para medir tiempos con apreciación nominal de orden de 0.1 ms.

Estos dispositivos consisten en un par formado por un emisor de luz infrarroja (led) y un detector de esta radiación (fototransistor). Cuando se interrumpe la luz infrarroja que llega al detector, el fotointerruptor (**F.I.**) genera un pulso cuya duración en tiempo es igual al tiempo de interrupción de la luz. En general estos dispositivos se conectan al puerto serie de una computadora, otros puertos de la misma o través de una interfase. Usando un programa especial es posible usar el fotointerruptor para medir tiempos o intervalos de tiempo. La mayoría de los fotointerruptores comerciales miden tiempos con una precisión nominal del orden del 0.1 ms. Desde luego existen varias firmas comerciales que producen estos dispositivos y también pueden ser construidos artesanalmente. Con un F.I. podemos también medir frecuencias, períodos de oscilación, longitudes (si la velocidad de un objeto es conocida), etc. La clave para lograr un histograma que ilustre la distribución de los errores en una serie de mediciones, es que el conjunto de mediciones se realice con una precisión menor que las desviación estándar de las mismas (o sea que $\sigma_{ap} < S_x$). Una forma de obtener fácilmente un histograma con un **F.I.** Consiste en usar un motor pequeño de baja velocidad (del orden de 100 revoluciones por minuto o menos) con una hélice o ventilador de una aspa. El **F.I.** permite realizar muchas mediciones del tiempo transcurrido entre dos de bloqueos sucesivos del haz luminoso.

- Implemente esta idea usando un **F.I.** y construya al menos dos histogramas de los períodos de revolución.
- Realice un análisis similar al indicado en la sección anterior.

Bibliografía

1. *Experimentación*, D. C. Baird, Prentice Hall (1995).