



## Redes de Sensores

Joel Hernandez Wong<sup>1</sup>, José de Jesús Medel Juárez<sup>2</sup>, Pedro Guevara López<sup>3</sup>, Alfredo Reyes Barranca<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional, Legaria 694. Colonia Irrigación, 11500 México D. F.

### Resumen

En nuestros días la necesidad de controlar y monitorear procesos con mayor precisión, ha estimulado el desarrollo de las redes de sensores.

Estas redes tienen la capacidad de medir variables físicas analógicas y procesar esta información en forma digital para transmitirla hacia un punto remoto en el cual se pueda realizar análisis probabilístico y estadístico.

El presente trabajo trata de abordar este modelo para adquirir datos de la presión diferencial en cuartos limpios para su posterior descripción.

### Introducción

Con el propósito de monitorear una de las variables fundamentales en la operación de cuartos limpios, en especial los de gran limpieza, se ha tratado de desarrollar una red de sensores que pueda obtener la presión diferencial a través de sensores MEMS, procesar esta información mediante un microcontrolador de 8 bits y enviarle de forma inalámbrica por medio de trans-receptores hacia una estación conectada a un computadora personal.

Actualmente se tienen avances en torno al análisis en el ordenador y cierta programación del microcontrolador.

### Procedimiento Experimental

Se han elaborado programas en diferentes lenguajes de programación entre los que podemos destacar el C++, Matlab y Code Warrior con su herramienta Processor Expert.

Entre los programas que se han realizado se encuentran 7 programas en Matlab, 1 en C++ y varios en CodeWarrior.

Debido a que Matlab ofrece una gran ventaja para la programación de métodos matemáticos, se decidió hacer esta con este compilador y después efectuar el procedimiento de deployment para manipular las funciones realizadas en otros compiladores.

#### Programas.

Se muestra un resumen de las expresiones matemáticas programadas, así como el lenguaje utilizado.

#### Matlab

Obtención en línea del primer y segundo momento de probabilidad equiprobable, mediante las ecuaciones:

$$x_i = \bar{q} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (q_j) = \frac{1}{n} [q_n + (n-1)x_{i-1}]$$

$$s(q)^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (q_j - \bar{q})^2 = \frac{1}{n-1} [(q_n - \bar{q})^2 + (n-2)s(q)_{i-1}^2]$$

Cinco métodos de interpolación por medio del cálculo de diferencias finitas.

Newton con diferencias, Newton con diferencias adelantadas y Newton con diferencias atrasadas:

$$f(x) = f(x_1) + \sum_{s=1}^{n-1} (x-x_1)(x-x_2)\dots(x-x_s)[x_1x_2\dots x_{s+1}] + R_n(x)$$

Lagrange:

$$f(x) = \sum_{s=1}^n \frac{f(x_s) \phi(x)}{x-x_s \phi'(x_s)} + R_n(x)$$

Splines Cúbico de la forma:

$$s(x) = \begin{cases} a_1x^3 + b_1x^2 + c_1x + d_1 \\ a_2x^3 + b_2x^2 + c_2x + d_2 \end{cases}$$

Respecto al compilador C++ se está realizando un programa de autoorganización con redes neuronales llamado *self-organizing maps* (SOM), el cual pensamos tendrá su principal función en la organización de los datos almacenados de la red.

Por último, con lo que respecta a la programación en CodeWarrior, se han realizado diversos programas con el ADC y otros periféricos para perfeccionar el manejo de esta herramienta.

### Resultados y Análisis

En la implementación de estos programas se han tenido ciertas dificultades, debido al manejo de los recursos y sintaxis de los compiladores, al igual se han tenido ciertas singularidades en la traducción de la forma analítica a código.

Por otro lado, se han obtenido resultados satisfactorios en un 98% de los casos y el otro 2% se encuentra en depuración.

Solo cabe mencionar que una de las ventajas de realizar los programas en C y Matlab, es la facilidad de adaptarlos al compilador del microcontrolador (*CodeWarrior*) ya que éste es capaz de reconocer un código en este lenguaje.

Por último, se continúa con la programación del microcontrolador, así como de la interfaz de integración de las funciones.

### Referencias

- [1] Self-Organizing Maps Third Edition, Teuvo Kohonen, Springer.
- [2] Redes Neuronales y Sistemas Borrosos 3ª Edición, Bonifacio Martín del Brío, Alfredo Sanz Molina, AlfaOmega-Ra-Ma.
- [3] Wireless Sensor Networks, Swami, Zhao, Houg y Tong, Editorial John Wiley & Sons.
- [4] The Calculus of finite differences, Milne-Thomson, L.M, Editorial Macmillan & Co LTD.
- [5] Probabilidad, Serie Schaun, Editorial Mc Graw Hill
- [6] Matemáticas Avanzadas para Ingeniería, KREYSZIG, Erwin
- [7] Guía para estimar la incertidumbre de la medición Rev 1, Schmid, Lazos, CENAM