

## Estimación de parámetros utilizando el método de la parábola en forma recursiva

María Teresa Zagaceta Álvarez<sup>1</sup>, y José de Jesús Medel Juárez<sup>2</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.

<sup>2</sup>Centro de Investigación en Computación CIC-IPN

Av. Juan de Dios Bátiz s/n casi esq. Miguel Othón de Mendizábal Col. Nueva Industrial Vallejo Delegación Gustavo A. Madero

### Resumen

Este documento presenta el estudio de la estimación de parámetros parabólica aplicado en sistemas de segundo o más orden, permiten a la aproximación a los parámetros reales utilizando la estructura básica Minimax. Aunque esta descripción ancestral dio una buena aproximación, no era posible expresarla en forma recursiva, de forma tal que no era posible aplicarla en sistemas digitales, porque esta técnica sólo permite evaluar el último resultado, sin observar la evolución dinámica de la solución.

En este trabajo, se describe la estimación en forma recursiva basada en una solución respecto a la aproximación Minimax, teniendo un modelo matemático recursivo el cual converge con los resultados tradicionales, permitiendo construir un estimador de parámetros recursivos, haciendo las consideraciones analíticas que el estimador requiere.

### Introducción

El método de mínimos cuadrados [4] es uno de los pilares para el desarrollo del control adaptativo, ya que a través de su uso se realiza el ajuste de las ganancias del controlador del sistema, de acuerdo a un objetivo o modelo de referencia. Este mecanismo de descripción de las ganancias es llamado estimación de las ganancias del Sistema.

Lo que se logra con el método es automatizar la obtención de las ganancias del subsistema controlador para realizar una retroalimentación lo más acorde posible al comportamiento real del sistema en un ambiente dado cambiante en el tiempo pero con propiedades de estacionariedad desde un punto de vista estocástico [1].

La relación entre los parámetros puede ser representada mediante una línea que tenga el mejor ajuste a la colección de datos en un tiempo dado. Esta recta se le denomina recta de regresión, que puede ser creciente o decreciente. Para el cálculo de la recta de regresión se aplica el método de mínimos cuadrados para así poder calcular los parámetros en un determinado instante [2].

En este trabajo se presenta la estimación de parámetros basado en el método LSM ya que permite minimizar la suma de los cuadrados de los residuos, es decir, es utilizar la recta en la que las diferencias de ella respecto a la colección de datos, elevadas al cuadrado entre los valores calculados por la ecuación de la recta y los valores reales de la serie, son las menores posibles [3], [4].

### Procedimiento Experimental

*Teorema 1. Considerando el sistema descrito en ecuaciones parabólicas como:*

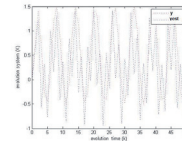
$$\sum y_i = a + b \sum x_i + c \sum x_i^2 \tag{1}$$

$$\sum y_i x_i = a \sum x_i + b \sum x_i^2 + c \sum x_i^3 \tag{2}$$

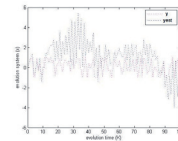
$$\sum y_i x_i^2 = a \sum x_i^2 + b \sum x_i^3 + c \sum x_i^4 \tag{3}$$

### Resultados y Análisis

La simulación se realizó considerando los resultados básicos de la descripción de la señal en un intervalo de tiempo como se muestra en la figura 1 y en la figura 2 se hace una comparación de la señal estimada y la señal real.



**Figura 1.** Resultado de la simulación descrita en un periodo de la señal con pequeñas perturbaciones.



**Figura 2.** Comparación de la señal estimada con la señal real.

### Conclusiones

En este trabajo se describe un estimador de parámetros parabólico aplicado a sistemas de segundo orden basado en el algoritmo de mínimos cuadrados con una estructura Minimax. De esta manera, nuestros esfuerzos fueron enfocados a construir el algoritmo parabólico de forma recursiva para así poder analizar los estados observables de los sistemas. En los resultados de la simulación se analizaron dos casos, observándose la convergencia entre la señal estimada y la señal real del sistema.

### Agradecimientos

Agradecemos al Programa Institucional de Formación de Investigadores (PIFI), a la Secretaria de Investigación y Posgrado (SIP), ambos del IPN, así como al Conacyt por su económico, técnico y de infraestructura para realizar este trabajo.

### Referencias

- [1] F. Vadillo, "Ajuste por mínimos cuadrados" Universidad del País Vasco España 2007
- [2] E. Alameda H, D. P Ruiz P, I. Tienda L. and M, Carrión P, "Un nuevo algoritmo tipo gradiente estocástico para identificación ciega de canales" Universidad de Granada, España 2001.
- [3] F. Vadillo, "Ajuste por mínimos cuadrados" Universidad del País Vasco España 2007
- [4] J. J. Medel, "Descripción del proceso de filtrado" Computación y Sistemas, México 2002.