

OPTIMIZACIÓN DE PARÁMETROS CINEMÁTICOS DE UN BRAZO ARTICULADO DE MEDIR POR COORDENADAS MEDIANTE PLATAFORMA MULTI-REGISTRO

Agustín Brau¹, Raquel Acero² Jorge Santolaria³, Margarita Valenzuela¹, Ignacio Fonseca¹, Ramón A. Luque¹

(1)Universidad de Sonora, Departamento de Ingeniería Industrial, Rosales y Blvd. Luis Encinas S/N, C.P. 83000, Hermosillo, Sonora, México.

(2) Centro Universitario de la Defensa, A.G.M. Carretera Huesca s/n, 50090 Zaragoza, España.

(3)Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza, Departamento de Ingeniería de Diseño y Fabricación, Calle María de Luna 3, C.P. 50018, Zaragoza, España.

Tel: (662) 1871032. Email: agustin.brau@unison.mx

Resumen: En este trabajo se presenta la optimización de parámetros de un brazo articulado de medir por coordenadas (BAMC) mediante una plataforma multi-registro. Se presenta el modelo matemático que relaciona el brazo de medición y la plataforma multi-registro y se describen las ventajas del uso de la plataforma en este tipo de procedimientos. Finalmente se presentan los resultados obtenidos a partir de la función objetivo que minimizan el error cometido por el brazo articulado de medir por coordenadas.

1. INTRODUCCIÓN

Los BAMC han tenido un gran auge en los últimos años en el sector industrial debido a su portabilidad, capacidad para inspeccionar piezas de diversa complejidad y su costo menor en comparación con las máquinas de medición por coordenadas convencionales. En este ámbito de aplicación es donde los BAMC cobran fuerza, teniendo actualmente una fuerte implantación industrial. Sin embargo, sus procedimientos de verificación y calibración usualmente son demasiado tardados y cansados, lo que genera costos extras que las empresas no siempre están dispuestas a asumir [1]. El presente trabajo presenta un procedimiento de optimización de parámetros de un BAMC basado en el uso de una plataforma multi-registro.

El modelado matemático de la plataforma, donde se monta el BAMC, que nos permite expresar un punto en un sistema de referencia global de la plataforma se muestra en la ecuación 1.

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{bmatrix}_{SR_{Global}} = {}^{SR_{Global}}T_{SR_{PlacaMovil}} \cdot {}^{SR_{Global}}T_{SR_{PlacaMovil}} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{bmatrix}_{SR_{Brazo}} \quad (1)$$

La notación empleada y el diseño mecánico de la plataforma pueden consultarse en [2].

2. MODELO MATEMÁTICO PARA OPTIMIZACIÓN DE PARÁMETROS DEL BAMC

Para realizar la optimización de parámetros del BAMC se utilizó un patrón unidimensional de esferas de rango de 1400 mm.

2.1. Optimización de parámetros del modelo cinemático

El procedimiento de optimización de parámetros tiene como propósito determinar los valores de los parámetros que hacen mínimo el error final de medida del brazo en todas las posiciones capturadas. El modelo matemático implementado en el brazo de medida se puede describir, para una posición del brazo, mediante la ecuación 2.

$$p = f(a_i, d_i, \theta_i, \alpha_i) \quad i = 1, \dots, 7 \quad (2)$$

donde $p = (x, y, z)$ representa las coordenadas del punto medido con respecto al sistema de referencia global del BAMC. En nuestro caso el brazo utilizado es un brazo marca Faro Platinum de 7 grados de libertad, por lo que son 28 los parámetros del brazo a identificar en este procedimiento que se muestran en la tabla 1.

Articulaciones	θ_i	α_i	a_i	d_i
SR _{Brazo}	Giro de -90° en torno a X0 inicial			
1	0	90	50	75
2	135	90	0	0
3	0	-90	30	590
4	90	-90	30	0
5	180	-90	30	590
6	135	-90	30	0

7	0	0	0	215
---	---	---	---	-----

Tabla 1. Valores iniciales de los parámetros geométricos del modelo cinemático del BAMC.

En este caso, en la función de optimización no solamente se incluye el modelo del BAMC sino también el modelo matemático de la plataforma. En la figura 1 se muestra un esquema del procedimiento de optimización empleado.

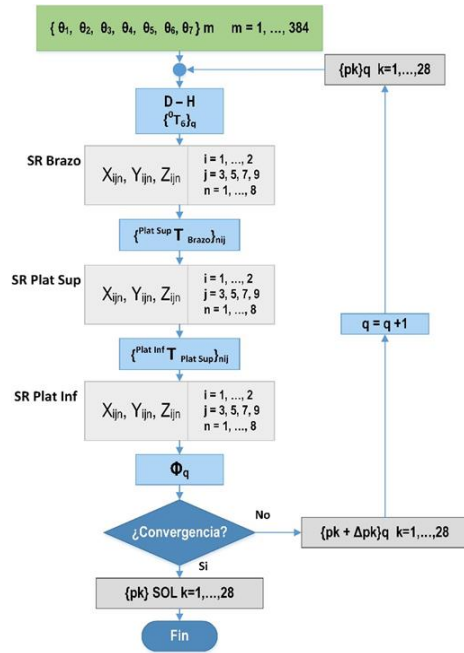


Fig. 1. Esquema del procedimiento optimización.

La función objetivo definida cuantifica el error en distancia del brazo para cada distancia considerada incluyendo los términos de error en distancia para las cuatro esferas capturadas, dos posiciones del patrón Barra_Diag45 y Barra_Diag452 y seis posiciones de la plataforma. La suma cuadrática de los 72 errores en distancia evaluados en el procedimiento de optimización se define como nuestra función objetivo en la ecuación 3.

$$\Phi = \sum_{l=1}^r \sum_{i=1}^p \sum_{k=1}^q \sqrt{(D_{i,j,k,l} - D_{n,j,k,l})^2} \quad (3)$$

con $p = 2$ posiciones del patrón, $q = 4$ esferas medidas por posición del patrón (esferas 3 / 5 / 7 / 9) y $r = 6$ posiciones de la plataforma. Las posiciones de la barra patrón consideradas para la captura de los datos se muestran en mayor detalle en [2].

3. RESULTADOS

Los valores de los parámetros cinemáticos identificados mediante la función objetivo utilizando la plataforma multi-registro para las posiciones de captura Barra_Diag45 y Barra_Diag452 se muestran en la tabla 2.

Articulaciones	θ_i	α_i	a_i	d_i
SR_{Brazo}	Giro de -90° en torno a X0 inicial			
1	0.199	89.994	43.27	74.985
2	134.70	89.844	0.607	0.361
3	4.223	-90.15	28.392	592.01
4	84.575	-89.55	30.358	1.265
5	180.16	-89.99	28.561	591.40
6	144.53	-90.06	30.373	1.055
7	-8.857	0	0.258	243.837

4. DISCUSIÓN

Al evaluar los parámetros obtenidos mediante el procedimiento de optimización se observa que el procedimiento minimiza el error en distancia cometido por el BAMC de 0.932401 mm a 0.000903 mm. Además el tiempo de realización del procedimiento se redujo de 1 jornada laboral a 3 horas al utilizar la plataforma multi-registro.

5. CONCLUSIONES

En este trabajo se presentó la optimización de parámetros de un BAMC mediante una plataforma multi-registro. Con la plataforma se obtuvieron errores en distancia aceptables al utilizar los parámetros cinemáticos óptimos comparables a los obtenidos sin la plataforma. Además la plataforma multi-registro optimiza el tiempo y esfuerzo necesarios para llevar a cabo este tipo de procedimientos, lo que presenta una alternativa interesante para las empresas que utilizan este tipo de instrumentos de medición portátiles en sus procesos de producción.

REFERENCIAS

[1] A. Brau, M. Valenzuela, J. Santolaria, and J. J. Aguilar, "Evaluation of Different Probing Systems Used in Articulated Arm Coordinate Measuring Machines," *Metrol. Meas. Syst.*, vol. XXI, no. 2, pp. 233–246, 2014.

[2] A. Avila, J. Mazo, and J. Martín, "Design and Mechanical Evaluation of a Capacitive Sensor-Based Indexed Platform for Verification of Portable Coordinate Measuring Instruments," *Sensors*, vol. 14, no. 1, pp. 606–633, Jan. 2014.