



Title: Robot clasificador de objetos de color utilizando técnicas de filtrado RGB

Author: Leonel ROSAS ARIAS

Editorial label ECORFAN: 607-8324
BCIERMIMI Control Number: 2017-02
BCIERMIMI Classification (2017): 270917-0201

Pages: 20

Mail: rosas.leonel95@gmail.com

RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.

244 – 2 Itzopan Street

La Florida, Ecatepec Municipality

Mexico State, 55120 Zipcode

Phone: +52 1 55 6159 2296

Skype: ecorfan-mexico.s.c.

E-mail: contacto@ecorfan.org

Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings

Bolivia	Honduras	China	Nicaragua
Cameroon	Guatemala	France	Republic of the Congo
El Salvador	Colombia	Ecuador	Dominica
Peru	Spain	Cuba	Haití
Argentina	Paraguay	Costa Rica	Venezuela
Czech Republic			



INTRODUCCIÓN

- El campo de la visión por ordenador ha crecido a un ritmo muy acelerado.
- La visión del robot es considerada una de las habilidades sensoriales más importantes de los robots.
- Al igual que los ojos humanos, un sistema de visión artificial permite al robot percibir el entorno en el que se encuentra.
- En el sector automotriz, los brazos robóticos se utilizan en líneas de montaje, en las que es necesario seleccionar piezas de automóvil específicas con diferentes materiales, formas, colores y peso.
- En el campo quirúrgico, los brazos robóticos han sido implementados debido a que sus movimientos de alta precisión durante el proceso ayudan a reducir del tiempo de cirugía.



OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es proporcionar un método automatizado para la manipulación de herramientas y objetos, particularmente en situaciones donde se requiere un alto nivel de autonomía en el robot.



METODOLOGÍA

- *Cinemática del Robot*
- *Detección de objetos*
- *Posición de los objetos*
- *Integración*

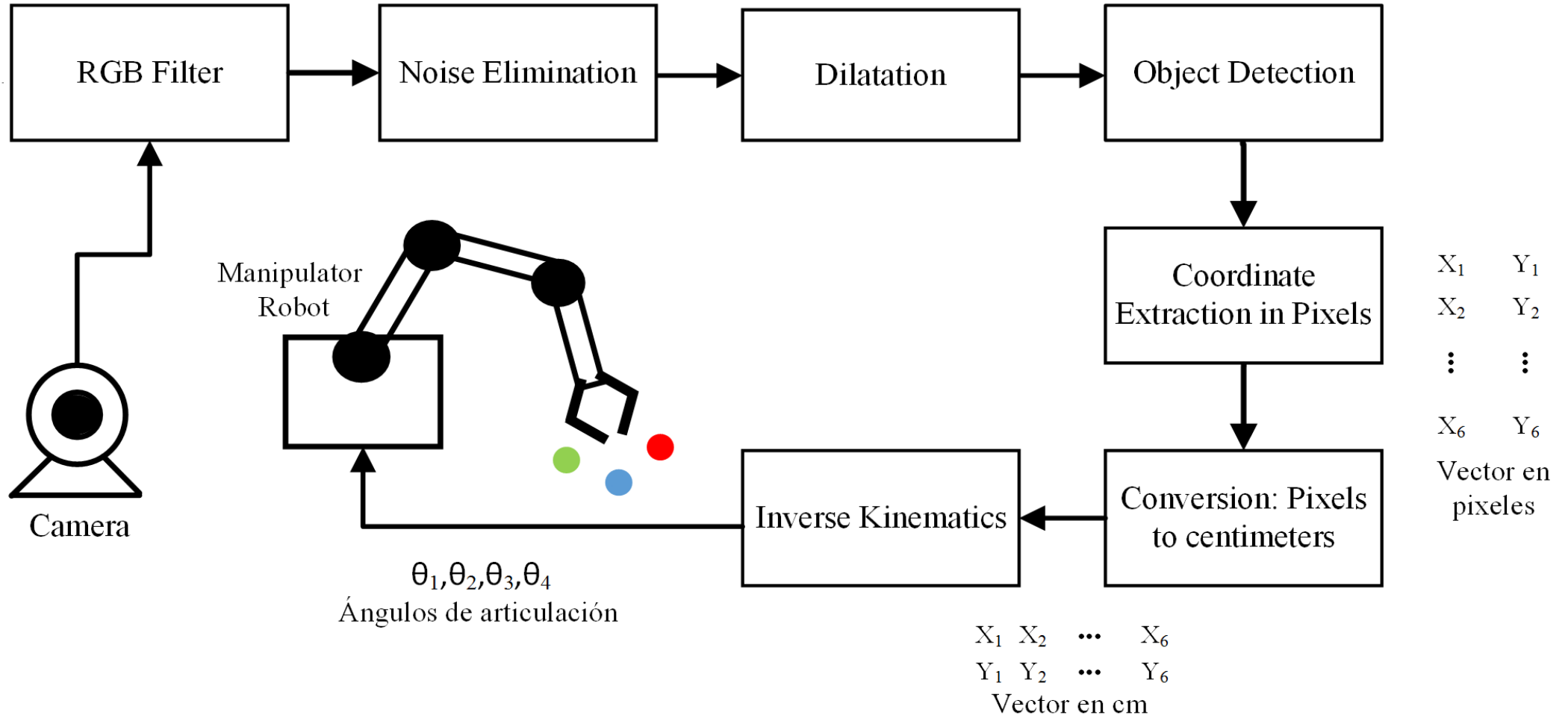
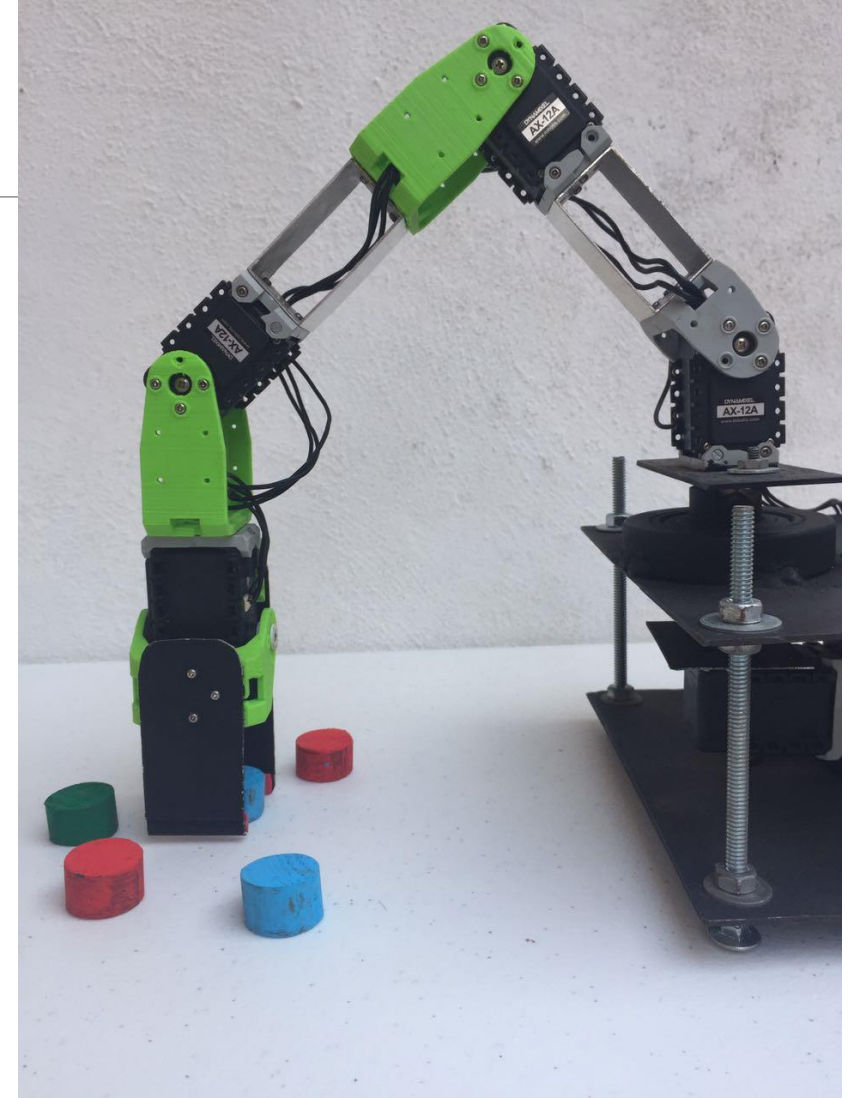
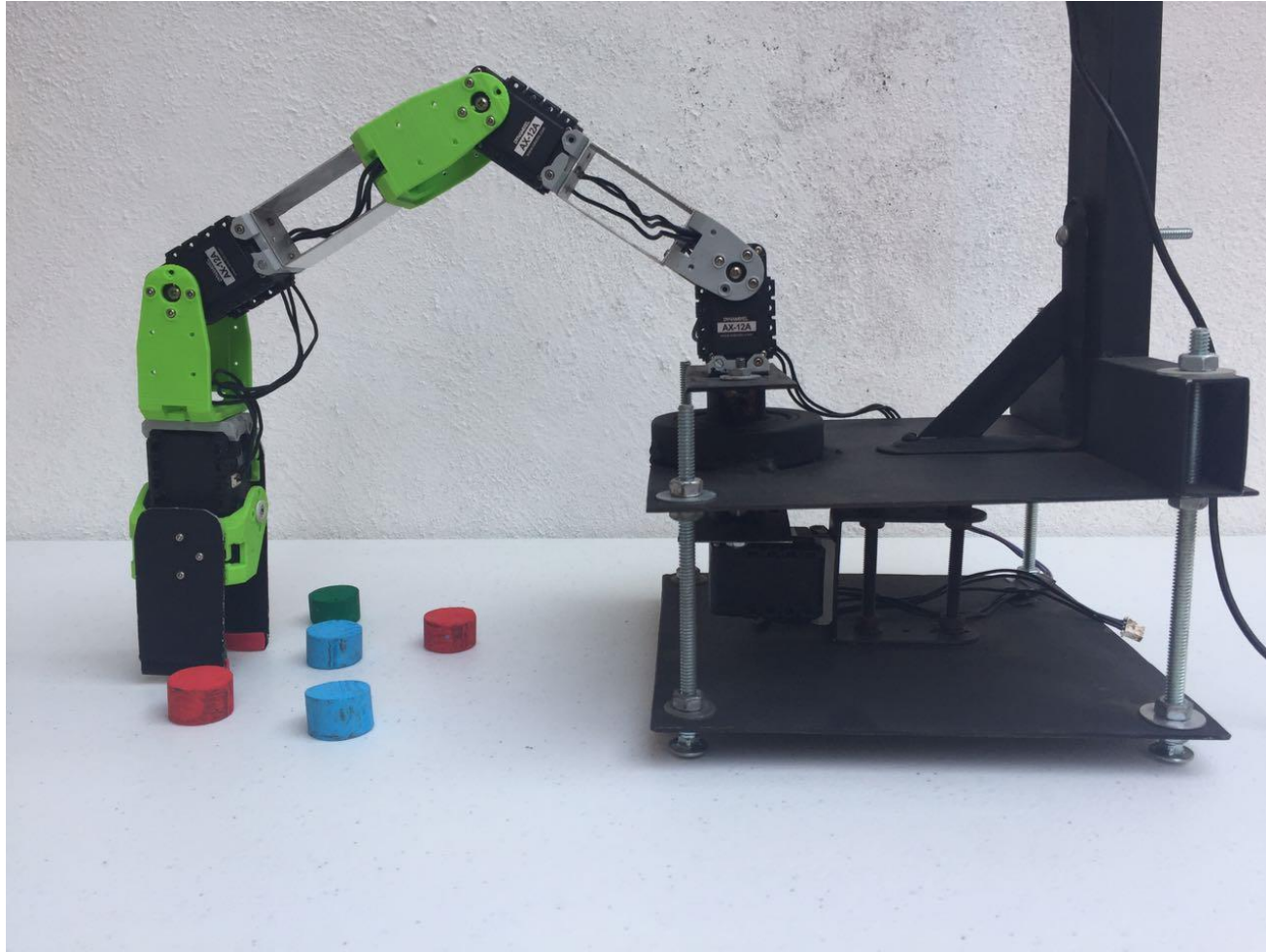


Figura 1 Diagrama de bloques del sistema propuesto.





CINEMÁTICA DEL ROBOT

- La cinemática es la rama de la ciencia que estudia el movimiento de los cuerpos rígidos independientemente de las fuerzas que lo producen.
- Dos problemas fundamentales: *Cinemática Directa* y *Cinemática Inversa*.
- Análisis de cinemática directa e inversa utilizando el algoritmo *Denavit-Hartenberg* (DH).

Cinemática Directa

La cinemática directa es el análisis de la estructura del robot para conocer la posición del efector final cuando se conocen los ángulos de rotación y los desplazamientos de las articulaciones.

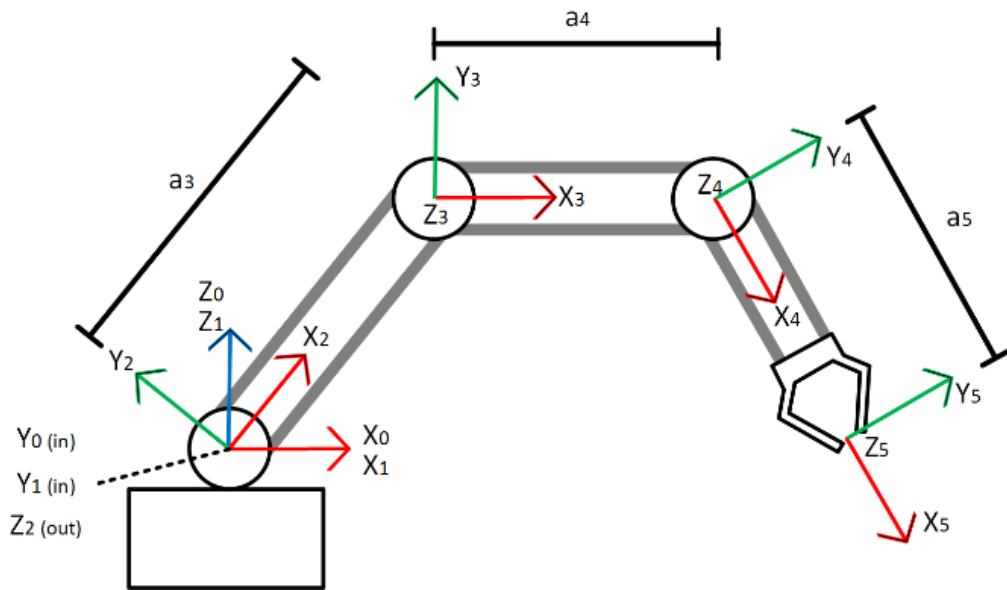


Figura 2 Asignación de parámetros siguiendo el algoritmo de Denavit-Hartenberg.

Tabla 1 Parámetros de Denavit-Hartenberg.

x_i	$\alpha_{(i-1)}$	$a_{(i-1)}$	d_i	θ_i
1	0	0	0	θ_1
2	90	0	0	θ_2
3	0	a_3	0	θ_3
4	0	a_4	0	θ_4
5	0	a_5	0	0

Cinemática Directa

$${}^{i-1}T_i = R_x(\alpha_{i-1}) D_x(\alpha_{i-1}) R_x(\theta_i) D_z(d_i) = \begin{bmatrix} c(\theta_i) & -s(\theta_i) & 0 & 0 \\ s(\theta_i) & c(\theta_i) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^0T_5 = {}^0T_1 {}^1T_2 {}^2T_3 {}^3T_4 {}^4T_5 = \begin{bmatrix} n_x & o_x & a_x & P_x \\ n_y & o_y & a_y & P_y \\ n_z & o_z & a_z & P_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$P_x = \cos(\theta_1) * (a_4 * \cos(\theta_2 + \theta_3) + a_3 * \cos(\theta_2) + a_5 * \cos(\theta_2 + \theta_3 + \theta_4))$$

$$P_y = \sin(\theta_1) * (a_4 * \cos(\theta_2 + \theta_3) + a_3 * \cos(\theta_2) + a_5 * \cos(\theta_2 + \theta_3 + \theta_4))$$

$$P_z = a_4 * \sin(\theta_2 + \theta_3) + a_3 * \sin(\theta_2) + a_5 * \sin(\theta_2 + \theta_3 + \theta_4)$$

Cinemática Inversa

El análisis de cinemática inversa se realiza para obtener los valores de ángulo para las articulaciones del robot cuando sólo se conocen la longitud de los eslabones, la posición del objeto y orientación del efector final.

$$\theta_1 = \tan^{-1} \left(\frac{P_y}{P_x} \right)$$

$$A = P_x - a_5 * \cos(\theta_1) * \cos(\phi)$$

$$B = P_y - a_5 * \sin(\theta_1) * \cos(\phi)$$

$$C = P_z - a_5 * \sin(\phi)$$

$$\cos(\theta_3) = \frac{A^2 + B^2 + C^2 - a_3^2 - a_4^2}{2a_3a_4}$$

$$\sin(\theta_3) = \pm \sqrt{1 - \cos^2(\theta_3)}$$

$$\theta_3 = \tan^{-1} \left(\frac{\sin(\theta_3)}{\cos(\theta_3)} \right)$$

Cinemática Inversa

$$sust = \frac{P_x - a_5 * \cos(\theta_1) * \cos(\phi)}{\cos(\theta_1)}$$

$$sust2 = \frac{a_4 * \sin(\theta_3) * sust}{a_3 + a_4 * \cos(\theta_3)}$$

$$sust3 = a_4 * \cos(\theta_3) + a_3 + \frac{a_4^2 * \sin^2(\theta_3)}{a_4 * \cos(\theta_3) + a_3}$$

$$\sin(\theta_2) = \frac{P_z - a_5 * \sin(\phi) - sust2}{sust3}$$

$$\cos(\theta_2) = \pm \sqrt{1 - \sin^2(\theta_2)}$$

$$\theta_2 = \tan^{-1} \left(\frac{\sin(\theta_2)}{\cos(\theta_2)} \right)$$

$$\theta_4 = \phi - \theta_2 - \theta_3$$

DETECCIÓN DE OBJETOS

Filtro basado en valores RGB

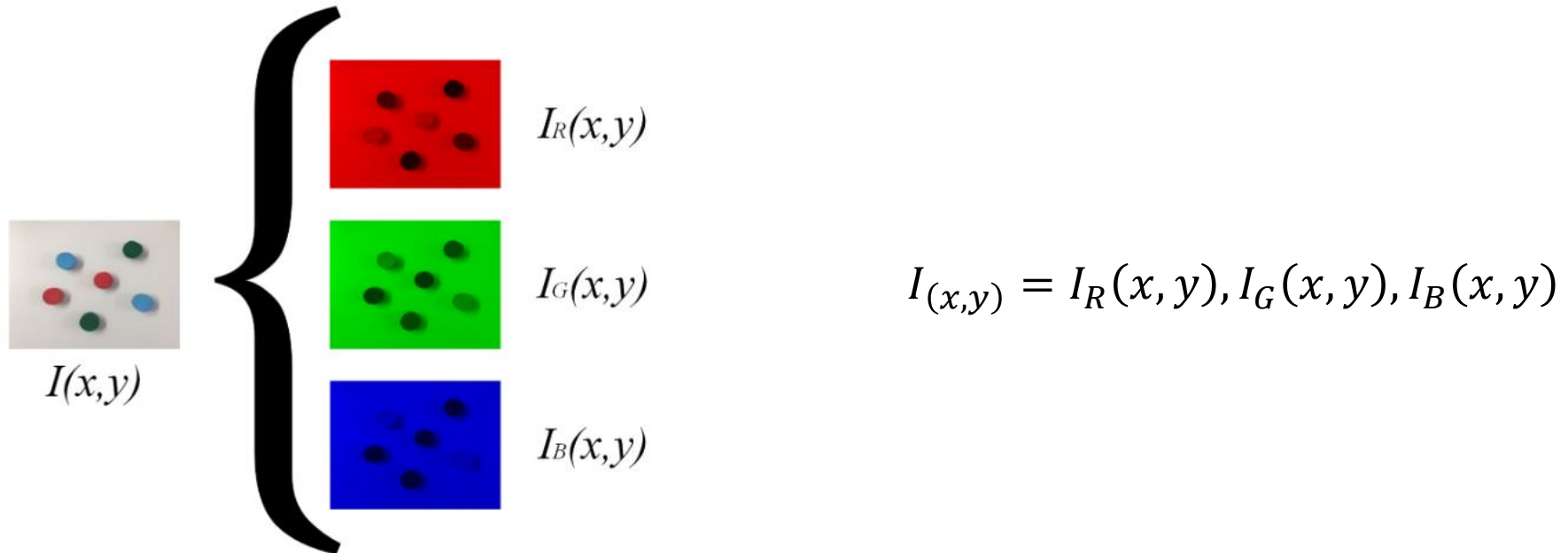


Figura 3 Componentes RGB de una imagen.

Filtro basado en valores RGB

$$I_{binary}(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{si: } C_R \text{ and } C_G \text{ and } C_B \\ 0 & \text{En otro caso} \end{cases}$$

$$C_R = I_{R(min)} \leq I_R(x, y) \leq I_{R(max)}$$

$$C_G = I_{G(min)} \leq I_G(x, y) \leq I_{G(max)}$$

$$C_B = I_{B(min)} \leq I_B(x, y) \leq I_{B(max)}$$

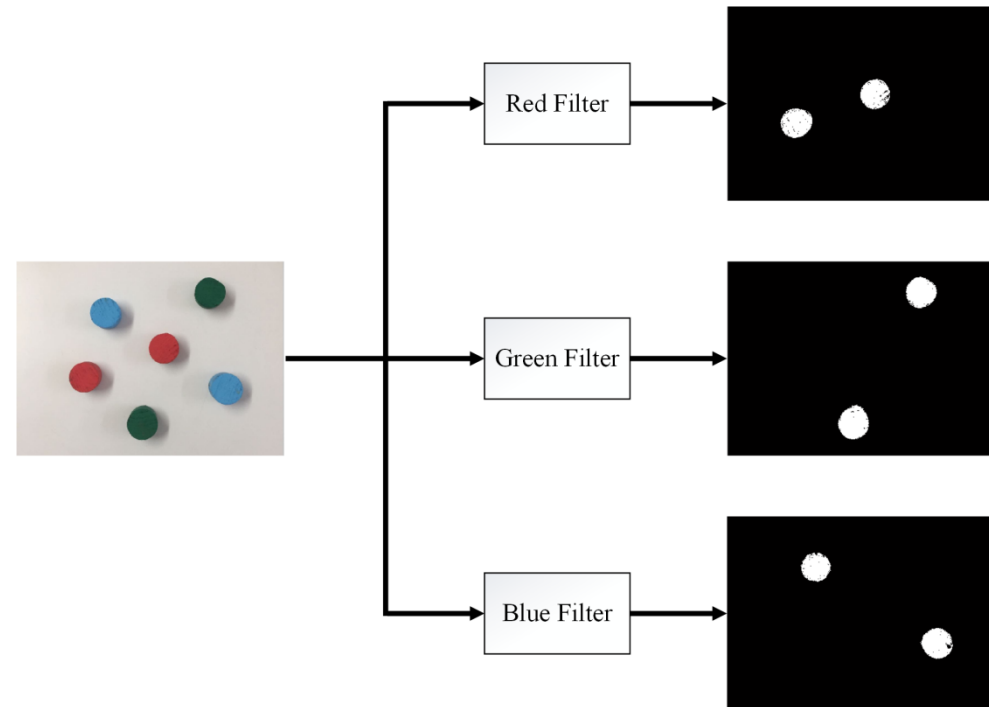


Figura 4 Filtros RGB aplicados en las 3 componentes para la separación de objetos.

Pre-procesamiento

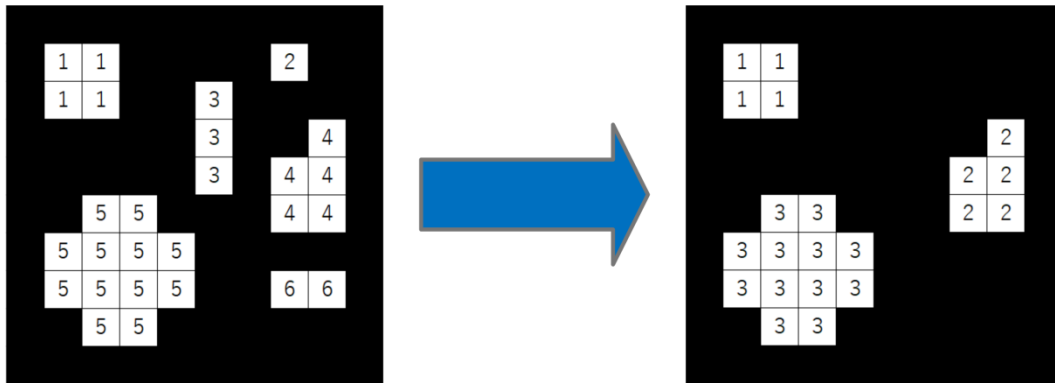


Figura 5 Eliminación del ruido en la imagen binaria con un valor de umbral $T = 4$.

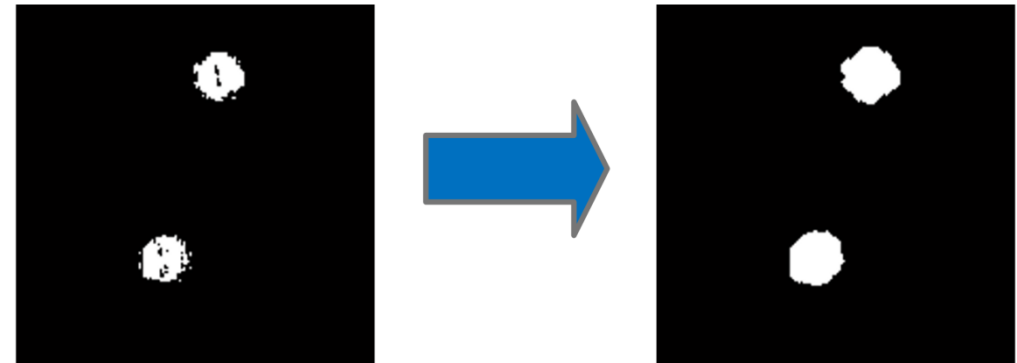
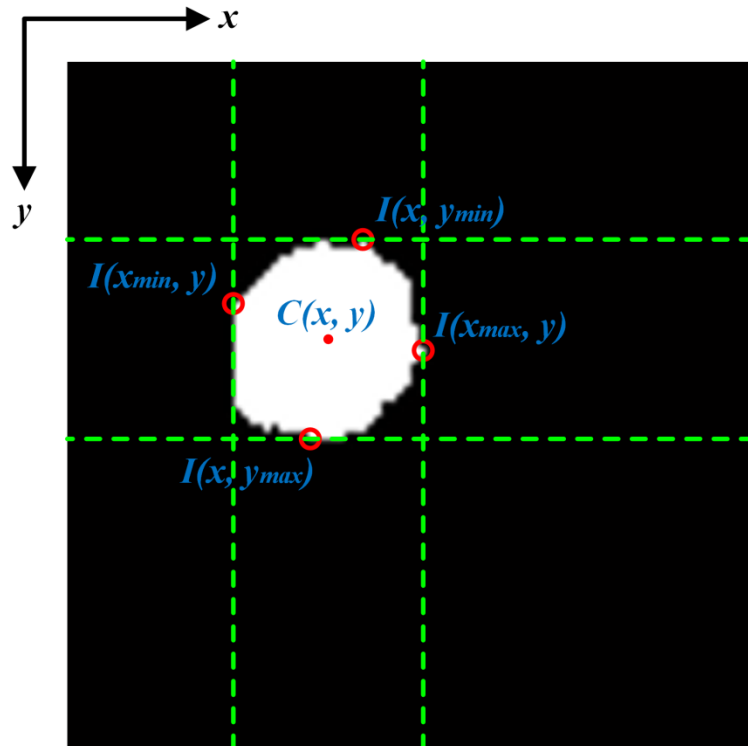


Figura 6 Proceso de eliminación de ruido y dilatación.

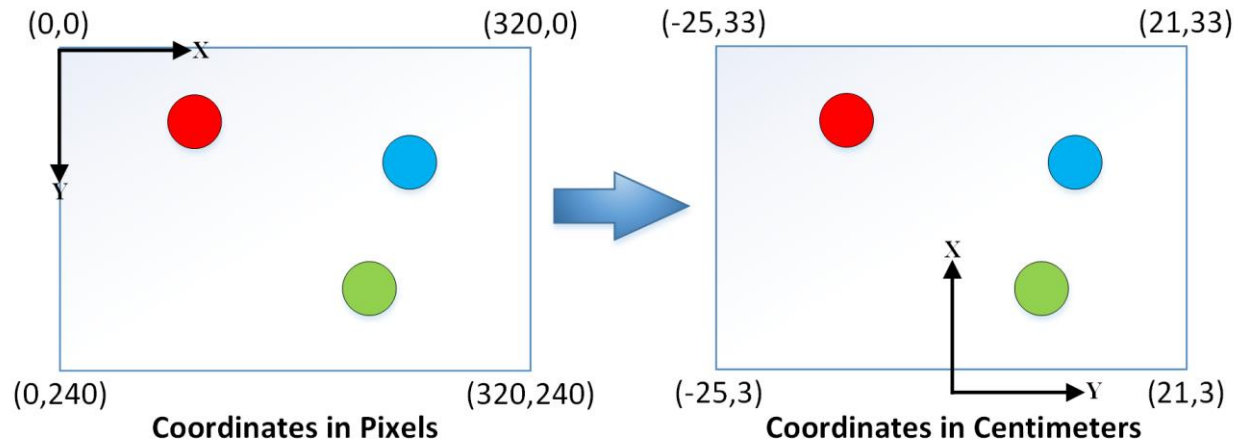
POSICIÓN DE LOS OBJETOS



$$C_i(x, y) = \left(\frac{X_{maxi} + X_{mini}}{2}, \frac{Y_{maxi} + Y_{mini}}{2} \right)$$

Figura 7 Detección del centroide para un solo objeto.

INTEGRACIÓN



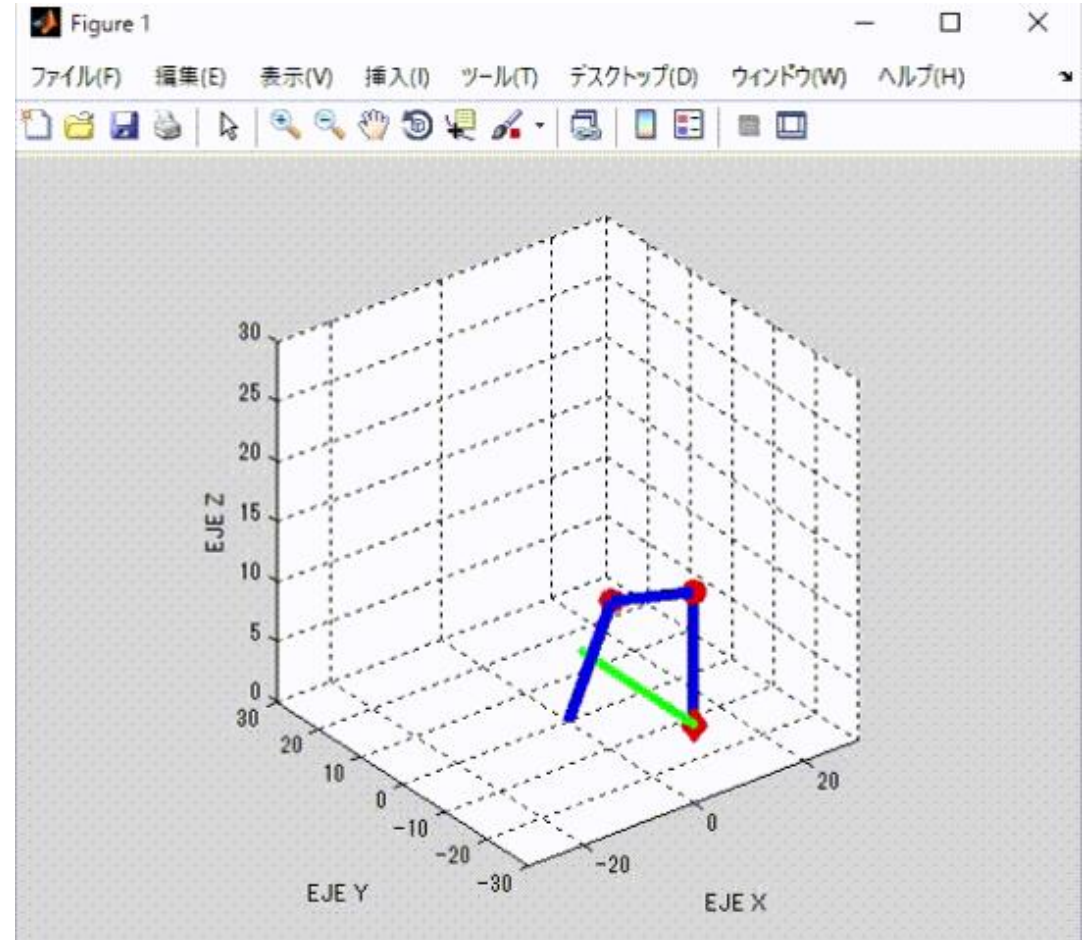
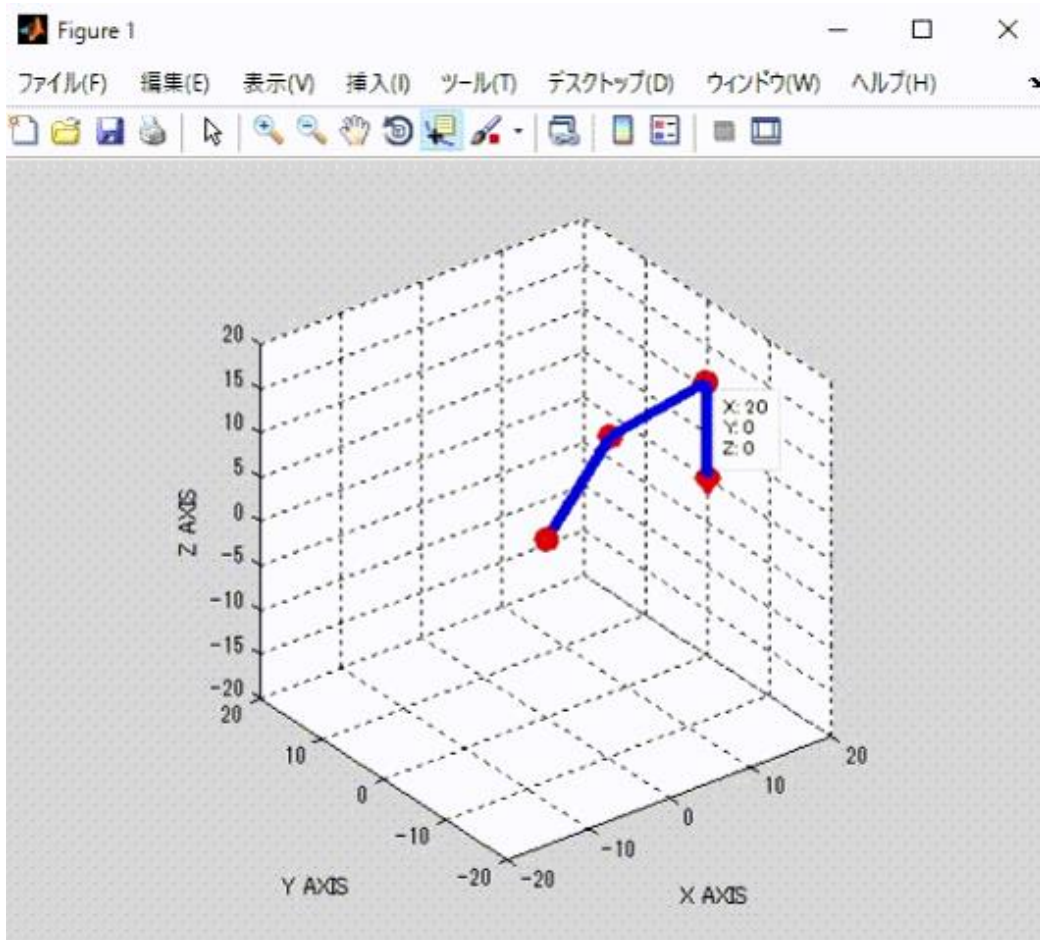
$$R = \frac{(px - px_{min})(real_{max} - real_{min})}{px_{max} - px_{min}} + real_{min}$$

Figura 8 Conversión de pixeles a cm.



RESULTADOS

Simulación de la Cinemática Inversa



DetECCIÓN DE LOS OBJETOS DE COLOR

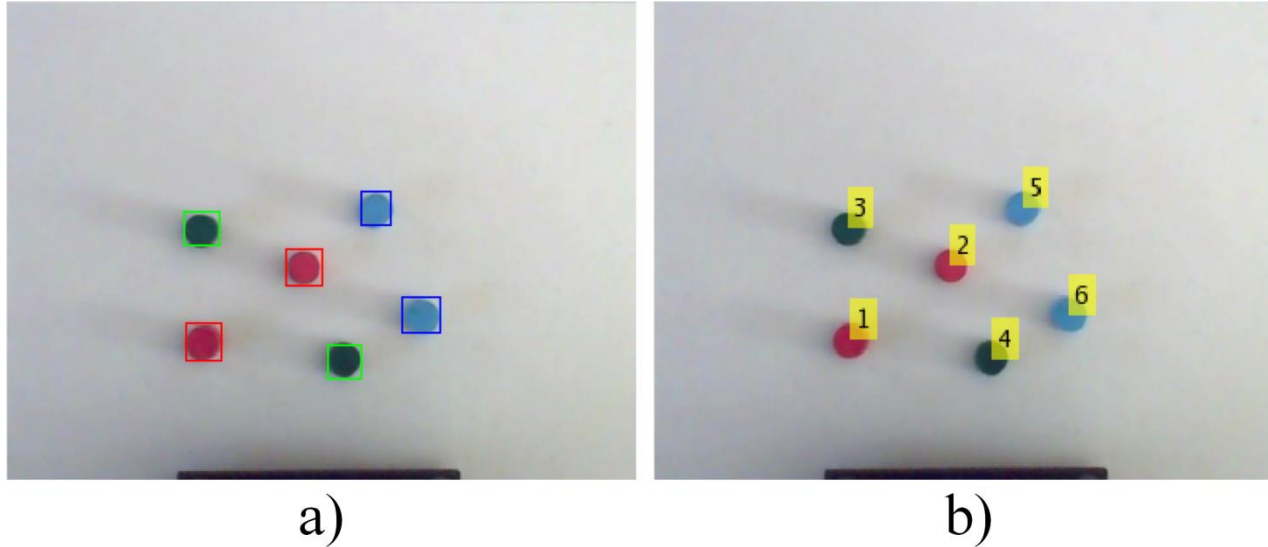


Figura 11 Resultados de Identificación de objetos. a) Objetos detectados, b) Orden de clasificación.

Tabla 2 Coordenadas de los objetos en pixeles y cm.

Color	No. de objeto	Coordenadas en pixeles	Coordenadas en cm
ROJO	1	(100,170)	(11.75,-10.62)
	2	(151,133)	(16.37,-3.29)
VERDE	3	(99,114)	(18.75,-10.76)
	4	(172,180)	(10.5,-0.27)
AZUL	5	(188,104)	(20,2.02)
	6	(211,158)	(13.25,5.33)



REFERENCIAS

- [1] Juan Du. (2006). Visual Navigation base on Floor Feature Segmentacion for Indoor Mobile Robot. Wuhan University of technology.
- [2] Michalos G. (2012). Robot Path Correction Using Stereo Vision System. Procedia CIRP, Vol.3.
- [3] Lanfranco A., et al. (2004). Robotic Surgery. Annals of Surgery.
- [4] Milan Sonka, Vaclav Hlavac Roger Boyle. (2008). Image Processing, Analysis, and Machine Vision. Thomson Engineering, 1-10.
- [5] Miguel Angel Flores Montes, Luis Arturo Medina Muñoz, Jesus Mayorquin Robles, Omar Adrian Garcia Muñoz. (marzo 2017). Detección de Objetos a Color en Tiempo Real con Técnicas de Visión Artificial y Arduino. Revista de Prototipos Tecnológicos, 3, 1-6.
- [6] Sergio Diaz, Citlalih Gutierrez, Daniel Valdez, Bany Hernandez. (diciembre 2016). Diseño y control en tiempo real de un brazo de robot mediante una interfaz virtual. Revista de Prototipos Tecnológicos, Vol. 3, 49-60.
- [14] Srisuk, A. Sento, Y. Kitjaidure. (2017), Inverse kinematics solution using neural networks from forward kinematics equations. International Conference on Knowledge and Smart Technology (KST),61-65.

-
- [7] J. Esqueda Elizondo, D. Hernandez Manzo, E. Bermudez Encarnación, L. Jimenez Beristain, M. Pinto Ramos. (diciembre 2016). Manipulación de un brazo robótico mediante señales electroencefalográficas. Revista de Tecnología e Innovación, Vol. 7, 89-98.
- [8] Seed Niku. (2010). Introduction to Robotics. John Wiley & Sons.
- [9] S. HengHui, L. MinZhou, L. Wei and D. Xiang. (2011). Virtual link-lengths approximating method for forward kinematics of multiple motioncoupled linkage mechanism. International Conference on Electronic & Mechanical Engineering and Information Technology, 2318-2323.
- [10] H. A. Hendarto, Munadi and J. D. Setiawan, . (2014). ANFIS application for calculating inverse kinematics of programmable universal machine for assembly (PUMA) robot. The 1st International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering, 35-40.
- [11] Jian Ding, Jianguang Li, Yingxue Yao, Chuntian Xu and Huaijing Jing. (2013). A forward kinematics based statistical method for the pose errors of a 6-dof parallel manipulator. IEEE International Symposium on Assembly and Manufacturing (ISAM), 248-251.
- [12] Y. Luo, Q. Liu. (2009). Chaotic Finding Method of Position Forward Kinematics of 3-DOF Parallel Robot. Third International Symposium on Intelligent Information Technology Application, 44-47.
- [13] M. Alsayegh, F. I. Mues, J. Malzahn, T. Bertram. (2016). Analytic Forward and Inverse Kinematics of a Multi-Elastic-Link Robot Arm, Proceedings of ISR 2016. International Symposium on Robotics, 1-6.



ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMIMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/booklets)