

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

Código:	CIDII-060813
Centro de Investigación:	CENTRO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN EN INGENIERÍA
Programa:	Telemática aplicada a la automatización industrial
Título del Proyecto:	Algoritmos de Optimización de Trayectorias para Brazo SCARA Controlado mediante FPGA Spartan 6
Grupo de Investigación:	Grupo de Investigación en Electrónica y Telemática
Area de Conocimiento:	Ciencia y Tecnología
Línea de Investigación:	Ingeniería de control y tecnologías de
Tipo de Investigación:	Aplicada
Campo :	Tecnologías
Investigador Principal :	CARLOS GERMAN PILLAJO ANGOS
Proyectos Vinculados :	
Duración del Proyecto :	12 Meses
Localización del Proyecto :	Universidad Politecnica Salesiana Sede Quito Campus Sur
Fecha de ingreso :	30/09/2013 22:35

2. ANTECEDENTES

Como se puede apreciar primero es habilitar los brazos robóticos, que fue la primera parte eso se ha cumplido en su totalidad y quizá se logró mucho más de lo esperado, pues luego de habilitar los brazos robóticos se realizó una aplicación que involucra la utilización del sensor Kinect para efectos de controlar el brazo, presentando un artículo titulado: ¿Human Machine Interface HMI using Kinect sensor to control a SCARA Robot¿, a IEEE-COLCOM2013 (COLCOM 2013 - IEEE Colombian Conference on Communications and Computer), artículo que fue aceptado y expuesto.

Para dar continuidad, la segunda parte es utilizar los circuitos digitales avanzados FPGA¿s para los brazos Robóticos, por lo que se plantea el siguiente problema ¿Analizar, desarrollar e implementar algoritmos de optimización de trayectorias para el brazo SCARA controlado mediante FPGA¿s SPARTAN 3¿, como se puede dar cuenta el beneficio de esta investigación es dotar de herramientas didácticas y equipamiento de laboratorios, dándose en el transcurso la oportunidad de publicar artículos que es el fin de toda investigación.

3. JUSTIFICACIÓN

Gracias a los cursos de doctorado y a las cátedras impartidas se estudió lo importante que es saber identificar variables de entrada y como poder optimizar las variables de salida mediante algoritmos y técnicas de optimización. Luego de culminar el proyecto se dotara de más herramientas de aprendizaje que beneficiará a los estudiantes de la UPS Campus Sur,

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

Analizar, desarrollar algoritmos de optimización de trayectorias para el brazo SCARA controlado mediante un FPGA¿s SPARTAN 6 , esta investigación proveerá mayores herramientas educativas e impulsará la investigación en el área de la robótica.

4.2 Objetivos Especificos

- 1 Estudio de FPGAs
- 2 Estudio de algoritmos de Planificación de trayectorias
- 3 Desarrollo de la aplicación

5. ESTADO DEL ARTE

La simple utilización de los robots en este tipo de tareas los convierte en herramienta, que aunque pueden ser reprogramados para otra utilidad, no utilizan la gran versatilidad que disponen [1]. Esta es la razón por la que los principales centros de investigación en Robótica han orientado desde hace tiempo sus esfuerzos hacia los sistemas robóticos autónomos. Esto es, dotarlos de cierto grado de inteligencia de manera que sean capaces de solventar los problemas que puedan plantearse cuando deben realizar un cierto trabajo, de manera que el usuario tan solo tenga que decir lo que se desea hacer y no como hacerlo, como se hacía con el modo de programación previo [2].

Cuando un robot realiza una tarea ejecutando secuencias de movimientos en un espacio de trabajo ocupado por objetos, es necesario, por un lado estudiar su cinemática y por otro, disponer de una descripción del entorno y de la descripción geométrica del robot, lo que constituye el objetivo de la siguiente investigación [3].

En los robots fijos están compuestos por varios elementos conectados por articulaciones en forma de una cadena cinemática. Las articulaciones pueden ser de dos tipos, de revolución que permiten una rotación entre dos elementos, y prismáticas que permiten un movimiento lineal relativo entre los dos elementos. El número de articulaciones determina los grados de libertad del manipulador. Los manipuladores deben tener seis grados de libertad independientes; tres para determinar la posición del efector final y otros tres para determinar su orientación [4].

El espacio de trabajo del manipulador es el conjunto total de puntos que pueden ser alcanzados por el efector final según el manipulador ejecuta todos sus posibles movimientos. Este espacio de trabajo vendrá determinado tanto por la geometría del manipulador (tipos de articulaciones, tamaño y forma de los elementos) como por las restricciones que existan en las articulaciones. El espacio de trabajo se suele subdividir en dos partes, el espacio de trabajo alcanzable que es el conjunto de puntos accesibles y el espacio de trabajo hábil que es el conjunto de aquellos puntos que pueden ser alcanzados con cualquier orientación del efector final [5].

Así, se plantea que de forma general los esfuerzos se van a centrar en el problema de la planificación de movimientos de estructuras robóticas. Como se ha comentado anteriormente, el objetivo planteado es la obtención de una secuencia de posiciones libres de colisiones que conectan una configuración inicial con una

final. Aunque, como se ha comentado, existen trabajos que realizan esta tarea en el espacio de trabajo, nos planteamos la utilización del espacio de las configuraciones. En este sentido, técnicas de la Inteligencia Artificial como son las estrategias de búsqueda ocuparán sin duda un papel fundamental [6]. Por esta razón se plantea un objetivo inicial como es la evaluación de diferentes algoritmos que implementan dichas estrategias, realizando para ello la implementación de los más usados y optimizándolos para el caso particular del cálculo de caminos óptimos libres de colisiones para robots articulados en este caso. Se evaluará un algoritmo válido atendiendo tanto a entornos estáticos [7]. Como se analizará posteriormente un elemento central en las estrategias de búsqueda es la utilización de información (denominada habitualmente heurística) acerca del problema concreto de la planificación. Se constituye así el siguiente objetivo particular con la propuesta de heurísticas para el guiado de este algoritmo tomando como información de partida las distancias al punto de destino así como la existencia de los obstáculos [8].

6. METODOLOGÍA

La propuesta metodología del presente estudio se basa en la construcción de diversos métodos o estados de investigación de la siguiente manera:

Estado Descriptivo: en el cual se elabora un perfil de cada uno de los elementos que intervienen en el sistema tanto a nivel de hardware como de software, de los elementos pertenecientes al primero se detallarán sus características físicas, usos, otros componentes similares existentes en el mercado, modos de conexión, interfaces de intercambio de información, voltajes de alimentación, etc. La información requerida para este análisis será tomada de los datasheet de cada uno de los elementos pertenecientes al hardware del sistema proporcionado por los fabricantes y el resto de información se la tomará de las tiendas electrónicas que los comercializan.

A nivel de software se detallará el lenguaje de programación a utilizar, las librerías adicionales que se usaran para el desarrollo y las formas de conexión entre ellos como fuente de investigación los manuales de cada lenguaje y otros proyectos realizados usando estos componentes.

Estado interactivo: se encontrarán soluciones a los problemas suscitados en el estadio descriptivo ya que se espera tener algunos inconvenientes en la interconexión entre dispositivos a nivel de hardware y en el desarrollo del programa que controla dichos dispositivos al igual que en la graficación de las variables obtenidas.

Por último se encuentra el análisis y la evaluación de los datos recogidos, teniendo que calibrar los dispositivos para corregir errores en la toma de datos, someter el sistema a pruebas de laboratorio tomando parte de los datos en el campo.

7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. Yakey, S. LaValle y E. Kavradi, «Randomized path planning for linkages with closed kinematic chains,» *Robotics and Automation, IEEE Transactions on*, vol. 17, nº 6, pp. 951-958, 2001.
- [2] D. Verscheure, B. Demeulenaere, J. Swevers, J. De Schutter y M. Diehl, «Time-Optimal Path Tracking for Robots: A Convex Optimization Approach,» *Automatic Control, IEEE Transactions on*, vol. 54, nº 10, pp. 2318-2327, 2009.
- [3] F. Aghili, «A Prediction and Motion-Planning Scheme for Visually Guided Robotic Capturing of Free-Floating Tumbling Objects With Uncertain Dynamics,» *Robotics, IEEE Transactions on*, vol. 28, nº 3, pp. 634-649, 2012.
- [4] A. Calanca, L. Capisani, A. Ferrara y L. Magnani, «MIMO Closed Loop Identification of an Industrial Robot,» *Control Systems Technology, IEEE Transactions on*, vol. 19, nº 5, pp. 1214-1224, 2011.
- [5] O. Wigstrom, B. Lennartson, A. Vergnano y C. Breitholtz, «High-Level Scheduling of Energy Optimal Trajectories,» *Automation Science and Engineering, IEEE Transactions on*, vol. 10, nº 1, pp. 57-64, 2013.
- [6] A. Guigue, M. Ahmadi, R. Langlois y M. Hayes, «Pareto Optimality and Multiobjective Trajectory Planning for a 7-DOF Redundant Manipulator,» *Robotics, IEEE Transactions on*, vol. 26, nº 6, pp. 1094-1099, 2010.
- [7] G. Chesi y Y. Hung, «Global Path-Planning for Constrained and Optimal Visual Servoing,» *Robotics, IEEE Transactions on*, vol. 23, nº 5, pp. 1050-1060, 2007.
- [8] M. Stilman, «Global Manipulation Planning in Robot Joint Space With Task Constraints,» *Robotics, IEEE Transactions on*, vol. 26, nº 3, pp. 576-584, 2010.

8. RESULTADOS ESPERADOS

Interface de extensión para tarjeta Spartan 3 E, en donde estén las I/O digitales.
Elaboración de artículo científico para la publicación en revistas indexadas.

9. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA Y/O SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN

Con la experiencia obtenida del proceso de investigación se va a estructurar cursos y seminarios sobre

métodos óptimos para el control de manipuladores robóticos, para los estudiantes de los niveles superiores de la carrera de electrónica de la UPS.

Exposición de los logros obtenidos en congresos internacionales y nacionales, relacionados con las técnicas de control automático y desarrollo tecnológico.

El sistema a desarrollar en gran parte surge de la necesidad de actualizar e integrar los elementos existentes en los laboratorios de electrónica de la UPS , integrando los sistemas mecánicos como brazos robóticos con sistemas electrónicos como las tarjetas FPGA, e integrando un sensor de video conectado al computador para efectos de dotarle mayor capacidad de inteligencia.

10. IMPACTOS DEL PROYECTO

- En la academia:
 - o tesis generadas,
 - o docentes vinculados a la investigación,
 - o seminarios realizados,
 - o retribución a las cátedras relacionadas

11. INFORMACIÓN DE COFINANCIADORES (en caso de que existieran)

