

ANÁLISIS CINEMÁTICO DE UN ROBOT PARALELO PLANAR REDUNDANTE CONTROLADO POR CABLES

Jesus Joaquín Salas¹, Dr. Sergio Javier Torres Mandes²,
Dr. José Rafael Mendoza Vázquez³, Mtro. Vicente Ramírez Palacios⁴ y Dr. Irma Delia Rojas Cuevas⁵

Resumen— El uso de elementos flexibles (cables) en lugar de elementos rígidos ha permitido que los robots paralelos puedan ser utilizados en tareas industriales donde su efector final (porta-herramientas) debe realizar movimientos precisos a altas velocidades en grandes espacios de trabajo. Muchas de estas operaciones (soldadura, corte y pintura) requieren de movimientos de traslación puros sobre un plano, reduciendo a dos el número de grados de libertad del sistema robótico propuesto. Sin embargo, los cables solo pueden ejercer tensión positiva, obligando a considerar la redundancia (inclusión de cables adicionales) en todo estudio. Este artículo presenta los resultados del análisis cinemático de la propuesta de un robot paralelo activado por cuatro cables de dos grados de libertad. Primeramente, se establecen las consideraciones necesarias para el diseño preliminar de la propuesta. Posteriormente, se realiza un análisis cinemático directo e inverso aplicado al movimiento del efector final debido al cambio simultáneo de la longitud de sus cuatro cables. Finalmente, se efectúa una comparación de los resultados respecto al funcionamiento de un modelo simulado realizado en el entorno virtual de Matlab-Simulink.

Palabras clave— Robot paralelo cableado, Análisis Cinemático, Modelo virtual.

Introducción

Los robots controlados por cables son robots manipuladores que entran en la clasificación de robot paralelo donde el efector final se encuentra suspendido por varios cables, los cuales toman el lugar de los elementos rígidos con los que tradicionalmente cuentan los robots paralelos. Comparado con los tradicionales robots paralelos, los robots cableados cuentan con una amplia área de trabajo, menos inercia y soportan un mayor peso de carga, lo cual provee una mayor velocidad y aceleración al efector final (Qian, 2018). Por otra parte, los robots controlados por cables también sufren de algunas desventajas, el límite de tensión en los cables, posible interferencia entre cables y vibraciones (Khakpour, 2014), que deben ser incluidas en su estudio.

La investigación correspondiente a los robot paralelos cableados es muy amplia y entre algunos ejemplos de ellos se encuentran el Robocrane, desarrollado por el NIST (National Institute of Standards and Technology) durante los años 80, (Albus, 1993) así como el exoesqueleto controlado por cables enfocado a la rehabilitación neural de los brazos (Mao, 2015); sin embargo, la aplicación de estos robot cableados en el área industrial aún sigue siendo escasa, siendo ésta enfocada hasta el momento en el manejo de grandes cargas y el ensamble de estructuras (Pott, 2013).

Este artículo tiene como objetivo el análisis cinemático de un robot paralelo planar controlado por cables enfocado en aplicaciones industriales estableciendo las consideraciones necesarias para su aplicación en tareas industriales como son pintura, soldadura y corte, aprovechando las ya mencionadas características principales que este tipo de robot tienen (alta velocidad, gran peso de carga y menor inercia).

Descripción del Método

Para realizar el análisis del sistema propuesto, inicialmente es necesario establecer las condiciones y características que actualmente tienen los sistemas manipuladores de cadena abierta utilizados en los procesos de soldadura, corte y pintura, posteriormente se procederá a realizar el análisis cinemático para concluir con una comparación entre las ecuaciones cinemáticas y el modelo virtual realizado en el entorno de Matlab-Simulink.

Consideraciones iniciales

Los robots manipuladores industriales dedicados a las tareas de soldadura, corte y pintura generalmente usan una herramienta diseñada con apariencia de lápiz en el cual la punta es la que emite ya sea la pintura, el rayo láser o el arco eléctrico, y al generar dicha acción la realizan con una alta precisión y velocidad.

¹ El Ing. Jesus Joaquín Salas es estudiante de M.I. Electrónica del Tecnológico Nacional de México - ITPuebla jesus.j.salas@outlook.com (autor corresponsal)

² El Dr. Sergio Javier Torres Méndez es profesor del Tecnológico Nacional de México - ITPuebla serm7007@gmail.com

³ El Dr. José Rafael Mendoza Vázquez es profesor del Tecnológico Nacional de México - ITPuebla mendozainaoe@hotmail.com

⁴ El M.C. Vicente Ramírez Palacios es profesor del Tecnológico Nacional de México - ITPuebla vramirez07@hotmail.com

⁵ La Dr. Irma Delia Rojas Cuevas es profesora del Tecnológico Nacional de México - ITPuebla rojascid@yahoo.com