



Universidad
Internacional
de Valencia

Uso de modelos de visión por computador basados en Transformers en tiempo real en dispositivos móviles

Titulación:
Máster en Inteligencia
Artificial
Curso académico
2023 – 2024

Alumno/a: La Casa Nieto,
José Jesús
D.N.I.: 77249230G

Director/a de TFM: Enrique
Mas Candela

Convocatoria:
Segunda convocatoria

Dedicatoria

*Dedicado a mi familia y amigos,
en especial a mis padres y mi abuelo Indalecio,
por todo, por ser mi ejemplo de vida.*

Agradecimientos

*A mis tutores, Antonio Giménez y José Luis Torres,
por su implicación y confianza en el proyecto,
sin ellos no habría sido posible.*

*Al profesorado y compañeros de grado que han ayudado
en mi formación durante estos años.*

Resumen

Las necesidades que tenemos como sociedad son muy cambiantes. La robótica, como rama centrada en ayudar a satisfacerlas, se ve obligada a adaptarse continuamente para estar a la orden del día. Gracias a su versatilidad, se adapta a todo tipo de ramas de producción, incluso a las más tradicionales, suponiendo una mejora directa en su eficiencia.

En este proyecto, se ha diseñado una arquitectura de control de sistemas mecatrónicos basada en ROS y Matlab. Consta de tres pilares, capaces de realizar un control cinemático o dinámico de los sistemas mecatrónicos. ROS modela una red de nodos que, interactuando entre sí, controlan los elementos electromecánicos. La información que se envía en la red de nodos y la extracción de resultados, son labores de Matlab, apoyada por su extensión en Simulink que trabaja con diagramas de bloques. Además, se han implementado soluciones de Control Remoto que permiten la comunicación con los sistemas mecatrónicos sin necesidad de tener una presencia física donde se encuentre el sistema mecatrónico, contribuyendo a la arquitectura a integrarse en un mayor número de operaciones.

El funcionamiento de la arquitectura de control se ha expuesto aplicándola a tres sistemas mecatrónicos. El primer mecanismo, el eslabón articulado, es un péndulo simple motorizado con el que estudiamos el control cinemático, a través de posiciones y velocidades, y el control dinámico, aplicando pares al eje de transmisión principal. El mecanismo de cuatro barras está compuesto de sensores con los que obtenemos resultados de movimientos en caída libre sin sustentación y rozamientos internos de los ejes y eslabones que lo conforman. Por último, se han realizado experimentos en un mecanismo de leva seguidor que transforma la velocidad angular del motor integrado en velocidad lineal.

La arquitectura de control puede cambiar a lo largo del tiempo gracias a su versatilidad, al igual que ocurre con la robótica. Las actualizaciones de ROS y Matlab, las mejoras que se pueden realizar en los sistemas mecatrónicos y el amplio abanico de aplicaciones en diferentes trabajos, nos ayudan a entender el potencial que tiene y hasta dónde puede llegar.

Abstract

The needs we have as a society are very changing. Robotics, as a branch focused on helping to satisfy them, is forced to continually adapt to be the order of the day. Thanks to its versatility, it adapts to all types of production branches, even the most traditional ones, assuming a direct improvement in its efficiency.

In this project, a control architecture for mechatronic systems based on ROS and Matlab has been designed. It consists of three pillars, capable of performing kinematic or dynamic control of mechatronic systems. ROS models a network of nodes that, interacting with each other, control the electronic elements. The information that is sent in the network of nodes and the extraction of results are tasks of Matlab, supported by its extension in Simulink that works with block diagrams. In addition, Remote Control solutions have been implemented that allow communication with mechatronic systems without the need for a physical presence, contributing to the architecture being integrated into a greater number of operations.

The operation of the control architecture has been exposed by applying it to three mechatronic systems. The first mechanism, the articulated link, is a simple motorized pendulum with which we study the kinematic control, through positions and speeds, and the dynamic control, applying torques to the main drive shaft. The four-bar mechanism is made up of sensors with which we obtain results of movements in free fall without support and internal friction of the axes and links that make it up. Finally, experiments have been carried out on a follower cam mechanism that transforms the angular speed of the integrated motor into linear speed.

The control architecture can change over time due to its versatility, just like robotics. The ROS and Matlab updates, the improvements that can be made in mechatronic systems and the wide range of applications in different jobs, help us understand its potential and how far it can go.

Índice general

Dedicatoria	I
Agradecimientos	III
Resumen	V
Abstract	VII
Índice general	IX
Índice de figuras	XI
Índice de tablas	XIII
1. Introducción	1
2. Estado del arte	3
3. Marco teórico	5
4. Materiales	7
5. Métodos	9
6. Resultados	11
Bibliografía	13

Índice de figuras

Índice de tablas

“Si estás trabajando en algo que te importa de verdad, nadie tiene que empujarte: tu visión te empuja.” - Steve Jobs

Capítulo 1

Introducción

Capítulo 2

Estado del arte

Capítulo 3

Marco teórico

Capítulo 4

Materiales

Capítulo 5

Métodos

Capítulo 6

Resultados

Bibliografía

- [1] Corke, P. (2011). *Robotics, Vision and Control: Fundamental Algorithms in Matlab*. Berlín: Springer.
- [2] Lentin, J. (2015). *Mastering ROS for Robotics Programming*. Birmingham: Packt Publishing.
- [3] Quigley, M.; Gerkey, B. y Smart, W. (2015). *Programming Robots with ROS. A practical introduction to the Robot Operating System*. USA: O'Reilly.
- [4] Liberty, J. y Jones, B. (2004). *Sams Teach Yourself C++ in 21 Days, Fifth Edition*. USA: Sams Publishing.
- [5] Kelly, R. y Santibáñez, V. (2003). *Control de Movimiento de Robots Manipuladores*. Madrid: Pearson.
- [6] Open Robotics. (2021). *ROS Tutorials*. Recuperado el 13 de mayo de 2021, desde <http://wiki.ros.org/ROS/Tutorials>.
- [7] Matlab. (2021). *Matlab Documentation*. Recuperado el 13 de mayo de 2021, desde <https://es.mathworks.com/help/matlab/index.html?lang=en>.
- [8] Matlab. (2021). *Simulink Documentation*. Recuperado el 13 de mayo de 2021, desde <https://es.mathworks.com/help/simulink/index.html>.
- [9] Normativa UAL. (2018). *Normativa de Trabajo Fin de Grado de Grados en Ingeniería del Ámbito Industrial*. Recuperado el 18 de abril de 2022, desde <https://www.ual.es/estudios/grados/presentacion/4310>.
- [10] ROS Wiki. (2022). *ROS Documentation*. Recuperado el 21 de abril de 2022, desde <http://wiki.ros.org/es>.

BIBLIOGRAFÍA

- [11] YoonSeok, P.; HanCheol, C.; RyuWoon, J.; TaeHoon, L. (2017). *ROS Robot Programming, A Handbook Written by TurtleBot3 Developers*. Seúl: ROBOTIS Co., Ltd.
- [12] ROS Wiki. (2022). *ROS Documentation*. Recuperado el 25 de abril de 2022, desde <http://wiki.ros.org/melodic/Installation/Ubuntu>.
- [13] Tutorial de Matlab. (2022). *Tutorial de Matlab*. Recuperado el 25 de abril de 2022, desde <http://catarina.udlap.mx/>.
- [14] Servicios Informáticos UCM. (2022). *Manual Básico de Matlab*. Recuperado el 25 de abril de 2022, desde <https://webs.ucm.es/centros/cont/descargas/documento11541.pdf>.
- [15] Hunt, B.; Lipsman, R.; Rosenberg, J.; Coombes, K.; Osborn, J. y Stuck, G. (2001). *A Guide to Matlab for Beginners and Experienced Users*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [16] Safaric, R.; Debevc, M. y Parkin, R. (2001). *Telerobotics Experiments Via Internet*. Maribor: University of Maribor.
- [17] Safaric, R.; Parkin, R.; Czarnecki, C. y Calkin, D. (2000). *Virtual Environment For Telerobotics*. Maribor: University of Maribor.
- [18] Mehandi, P.; Sergeyev, A. y Friedrich, C. (2019). *Remotely controlled industrial robotic arm and simulation of automated thermal furnace*. Michigan: Michigan Technological University.
- [19] Abex Excelencia Robótica. (2022). *Sistema Robótico da Vinci*. Recuperado el 26 de abril de 2022, desde <https://www.abexsl.es/es/sistema-robotico-da-vinci/que-es>.
- [20] Barrientos, A.; Peñín, L.; Balaguer, C. y Aracil, R. (2007). *Fundamentos de Robótica*. Madrid: McGraw-Hill.
- [21] Kelly, R. y Santibáñez, V. (2003). *Control de Movimiento de Robots Manipuladores*. Madrid: Pearson Educación.
- [22] Engelberger, J. (1989). *Robotics in Service*. Londres: Springer Science + Business Media, B.V.
- [23] Honda Asimo. (2022). *Documentación Asimo de Honda*. Recuperado el 30 de abril de 2022, desde <https://www.honda.mx/asimo>.

- [24] Craig, J. (2005). *Introduction to Robotics. Mechanics and Control*. New Jersey: Pearson Education.
- [25] Lorenz. (2022). *Datasheet sensor de par Lorenz DR-2112*. Recuperado el 3 de junio de 2022, desde <https://sensores-de-medida.es/catalogo/sensor-de-par-rotativo-sin-escobillas-lorenz-dr-2112/>.
- [26] Maxon. (2022). *Datasheet motor DC Maxon 438600*. Recuperado el 4 de junio de 2022, desde <https://www.maxongroup.es/maxon/view/content/index>.
- [27] Maxon EPOS2. (2022). *Datasheet controlador Maxon EPOS2 70/10*. Recuperado el 5 de junio de 2022, desde <https://www.maxongroup.com/medias/sys-master/8822983131166.pdf>.
- [28] LabJackU3. (2022). *Producto DAQ LabJack U3-HV*. Recuperado el 5 de junio de 2022, desde <https://labjack.com/products/u3>.
- [29] Datasheet LabJackU3. (2022). *Datasheet DAQ LabJack U3-HV*. Recuperado el 5 de junio de 2022, desde <https://labjack.com/support/datasheets/u3>.
- [30] Escuela de Postgrado Industrial. (2022). *Elementos mecánicos de un mecanismo*. Recuperado el 5 de junio de 2022, desde <https://postgradoindustrial.com/elementos-mecanicos-que-son-y-como-se-clasifican/>.
- [31] Hamrock, B. y Anderson, W. (1983). *Rolling-Element Bearings*. USA: NASA.
- [32] Loewenthal, S. (1984). *Design of Power-Transmitting Shafts*. USA: NASA.
- [33] Pintado, P. (2000). *Transmisión*. Cuenca: Universidad de Castilla-La Mancha.
- [34] Townsend, D. (1997). *Gear and Transmission Research at NASA Lewis Research Center*. USA: NASA.
- [35] Mayr. (2022). *Acoplamientos flexibles Mayr Roba-DS*. Recuperado el 5 de junio de 2022, desde <https://www.mayr.com/es/productos/limitadores-de-par-acoplamientos/acoplamientos-de-paquete-de-laminas/roba-ds-acero> 480.

BIBLIOGRAFÍA

- [36] Sick. (2022). *Datasheet Encoder DFS60-B*. Recuperado el 5 de junio de 2022, desde <https://www.sick.com/es/es/encoders/encoders-incrementales/dfs60/c/g244428>.
- [37] Phidgets. (2022). *Datasheet Phidgets HighSpeed 4-Input*. Recuperado el 5 de junio de 2022, desde <https://www.phidgets.com/>.
- [38] Xsens. (2022). *Datasheet IMU XSens MTi 30*. Recuperado el 5 de junio de 2022, desde <https://www.xsens.com/products/>.
- [39] Universidad de Almería. (2022). *Dinámica de Máquinas y Mecanismos*. UAL: Almería.
- [40] Guzmán, J.; Costa, R.; Berenguel, M. y Dormido, S. (2012). *Control automático con herramientas interactivas*. Madrid: Pearson Educación.
- [41] RS Componentes. (2022). *Productos comerciales RS Componentes*. Recuperado el 15 de junio de 2022, desde <https://es.rs-online.com/web/b/Maxon/>.
- [42] Digi-Key. (2022). *Productos comerciales Digi-Key*. Recuperado el 15 de junio de 2022, desde <https://www.digikey.com/es/products/detail/labjack-corporation/U3-HV/10447008>.
- [43] AliExpress. (2022). *Productos comerciales AliExpress*. Recuperado el 15 de junio de 2022, desde <https://campaign.aliexpress.com/wow/gcp/>.
- [44] RobotShop. (2022). *Productos comerciales RobotShop*. Recuperado el 15 de junio de 2022, desde <https://www.robotshop.com/es/es/>.
- [45] Mouser Electronics. (2022). *Productos comerciales Mouser Electronics*. Recuperado el 15 de junio de 2022, desde <https://www.mouser.es/ProductDetail/Xsens/>.
- [46] Made-In-China. (2022). *Datasheet Encoder YUMO E6B2-CWZ3E*. Recuperado el 15 de junio de 2022, desde <https://es.made-in-china.com/>.
- [47] Wiautomation. (2022). *Productos comerciales Wiautomation*. Recuperado el 15 de junio de 2022, desde <https://es.wiautomation.com/omron/variadores-motores-proteccion-de-circuitos/>.

- [48] Jiménez, F.; Moreno, J.; González, R.; Rodríguez, F. y Sánchez-Hermosilla, J. (2008). *Sistema de visión de apoyo a la navegación de un robot móvil en invernaderos*. Almería: Universidad de Almería.
- [49] ANYmal X. (2022). *Robots para entornos peligrosos ANYBotics*. Recuperado el 17 de junio de 2022, desde <https://www.anybotics.com/anymal-ex-proof-inspection-robot/>.
- [50] GitHub. (2020). *Paquete para control de EPOS Hardware*. Recuperado el 10 de diciembre de 2020, desde <https://github.com/RIVeR-Lab/epos-hardware>.
- [51] GitHub. (2020). *Paquete para control de Phidgets HighSpeed*. Recuperado el 10 de diciembre de 2020, desde <https://github.com/ros-drivers/phidgets-drivers>.
- [52] GitHub. (2020). *Paquete para control de XSens MTi*. Recuperado el 10 de diciembre de 2020, desde <https://github.com/xsens/xsens-mti-ros-node>.
- [53] European Comission. (2020). *Informe Mundial de Robótica 2020 de la Federación Internacional de Robots*. Recuperado el 19 de junio de 2022, desde <https://ec.europa.eu/newsroom/rtd/items/700621>.



Universidad
Internacional
de Valencia