

Introducción al Control de Robots Móviles y Formaciones

Docente/s Responsable/s

Dr. Andrés García

Carga Horaria del Curso

4 Horas semanales

Destinatarios del Curso

Docentes y alumnos de grado y postgrado de las carreras de ingeniería eléctrica, electrónica, mecánica, matemática, física.

Propuesta Sintética del Curso (Objetivos, Contenidos, Modalidad, Evaluación, Etc.)

El objetivo de este curso es promover e introducir las técnicas de control avanzadas y modelado de vehículos móviles (robots) para aquellas carreras que posean una componente mínima de conceptos de Física y Análisis Matemático. Se introduce el modelado matemático de una amplia variedad de vehículos terrestres para luego enfocar el estudio y análisis sobre algunas técnicas de control y seguimiento de trayectorias para robots móviles individuales como así también el control de formaciones de robots para tareas específicas.

Para todos los capítulos se prevé la presentación de videos de robots y formaciones robóticas actuales con los fines de motivar los temas de estudio de cada ítem.

Contenidos del Curso:

- 1) Modelo cinemático de vehículos autónomos con ruedas.
- 2) Modelado dinámico de vehículos móviles utilizando el principio de Lagrange (Hamilton).
- 3) Técnicas clásicas de Control de Robots Móviles.
- 4) Técnicas avanzadas de control de robots móviles: Agregado de restricciones para estabilidad y formaciones.
- 5) Seguimiento de trayectorias y tareas cooperativas.

Se prevé que debido a los contenidos del curso y la muestra de videos con robots reales y formaciones de robots de uso en la actualidad en otras universidades del mundo, este curso de posgrado sea de carácter presencial. De todos modos es posible incluir alumnos semipresenciales y a distancia vía comunicación e-mail.

Se propone que los alumnos realicen un trabajo final sobre algunos de los temas del curso eligiendo algún robot real o experimental sobre el cual realizar simulaciones numéricas aplicando las técnicas de modelado y control del curso.

Programa Analítico y Bibliografía Sintética

Programa Analítico:

- 1) Modelo cinemático de vehículos autónomos con ruedas. Concepto de Modelo Cinemático. Restricciones holonómicas y no-holonómicas. Modelo universal chain-form. Modelos en variables de estado: entradas de control y salidas.
- 2) Modelado dinámico de vehículos móviles utilizando el principio de Lagrange (Hamilton). Principio de acción mínima de Hamilton y ecuaciones de Lagrange. Modelado de robots móviles incluyendo fuerzas y torques. Agregado de restricciones y cambios de sistemas de referencia. Modelo universal en variables de estados.
- 3) Técnicas clásicas de control de robots móviles. Controlabilidad y maniobrabilidad: Teorema de Brockett y sus consecuencias. Diseño basado en técnicas de Lyapunov. Controladores discontinuos. Linealización y linealización por realimentación.
- 4) Técnicas avanzadas de control de robots móviles: Agregado de restricciones para estabilidad y formaciones. Formulación generalizada de robots móviles y formaciones robóticas utilizando campos de potencial para evitar obstáculos y navegación. Agregado de restricciones de estabilidad y forma geométrica para seguimiento y planeamiento de trayectorias. Nuevas herramientas para el estudio de estabilidad: Análisis del unicycle. Control usando funciones lineales a tramos: control en forma cerrada.

Bibliografía:

- 1) C. Canudas de Wit, B. Siciliano and G. Bastin (eds). Theory of Robot Control, . Springer. 1996.
- 2) D. A. Lizarraga. Control of Underactuated Mechanical Systems using Time-Varying Feedback. DISC Summer School 2002.
- 3) N. Sarkar, X. Yun and V. Kumar. Control of Mechanical Systems with Rolling Constraints: Application to Dynamic Control of Mobile Robots. International Journal of Robotic Research. Vol. 13, pp. 56-69, 1994.
- 4) S. Sastry. Nonlinear Systems: Analysis, Stability and Control. SpringerVerlag New York, Inc. 1999.
- 5) R. M. Murray, Z. Li and S. S. Sastry. A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation. CRC Press, 1994.
- 6) M. Ardem. Analytical Dynamics Theory and Applications. Kluwer Academic / Plenum Publishers New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow. 2005.
- 7) T. R. Kane and D. A. Levinson. Dynamics Theory and Applications. McGraw-Hill Book Company, 1985.
- 8) M. Aicardi, G. Casalino, A. Bichi and A. Balestino. Closed-Loop Steering of Unicycle-Like Vehicle via Lyapunov Techniques.
- 9) Closed-Form Solutions for Stable Trajectories of the Unicycle using Smooth Controllers. Bahía Blanca: Bahía Blanca. 2008.
- 10) A. García, O. Agamennoni and J. Figueroa. Applying Continuous Piecewise Linear Approximations to Affine Non-Linear Control Systems. ROCOND'09. Haifa, Israel. 2009.
- 11) E. Sontag. Mathematical Control Theory: Deterministic Finite Dimensional Systems. Springer, Vol. 6, 2nd edition, 1998.