

Programa para curso de postgrado según Ord. "C.S." N° 291

- 1- Institución:
Facultad de Ciencias de la Administración
- 2- Denominación del curso:
Fundamentos de Navegación Autónoma de Robots
- 3- Tipo de curso:
Curso de posgrado de capacitación, (según Ord. C.S. N° 291)
- 4- Responsables académicos:
Dr. Nelson ACOSTA
Dr. Juan TOLOZA
- 5- Perfil de destinatarios:
Profesionales del área informática/sistemas.
- 6- Síntesis del curso:

La asignatura es una introducción a la robótica autónoma. El alumno asimilará los conceptos básicos que pertenecen a la robótica, así como los elementos que forman parte de un robot. Se comenzará por los conceptos básicos de la robótica, relacionados con la estructura de un robot, modelado cinemático y dinámico, control y programación de un robot autónomo. Se analizan los conceptos básicos de diferentes tipos de sensores y de actuadores de uso habitual en aplicaciones robóticas. Se analizan y estudian las estrategias básicas de control, así como su realización. En las sesiones prácticas se controla un robot autónomo, en simulador o real.

- 7- Objetivos del curso:

Objetivos Generales

Entender la problemática asociada al uso de robots físicos en ambientes no estructurados y complejos. Entregar al alumno los conocimientos necesarios para comprender el funcionamiento de dispositivos para la medición de variables (sensores) y la transformación de señales eléctricas en mecánicas (actuadores) para sistemas robóticos. Una mayor dificultad es que un comportamiento de navegación debe ser mucho más creativo que el paseo aleatorio. Aunque apenas se trate de una simulación de lo que ocurre en el mundo abierto, las experiencias del juego permitirán observar al estudiante las dificultades de los ambientes complejos y las decisiones que debe tomar para resolver las mismas.

Objetivos: (del curso expresados como resultado del aprendizaje y competencias)

El alumno sabrá/comprenderá:

- los tipos de robots
- los actuadores y sensores de robots
- el modelado del vehículo
- la localización del vehículo

- los componentes para controlar un vehículo

El alumno será capaz de:

- analizar el comportamiento del vehículo
- controlar el vehículo
- localizar artículos del área

8- Duración y carga horaria:
60 horas

9- Programa:

- Unidad 1** Introducción a la Robótica. Estructura de un Robot. Cinemática y Dinámica de un Robot. Control de Robots. Programación de Robots. Robótica Industrial. Introducción a la robótica autónoma. Conceptos básicos. Consideraciones de diseño. Ergonomía. Partes de un robot. Control de robots. Convertidores A/D y D/A.
- Unidad 2** Sensores de Posición: Medición de Angulo: Encoders ópticos (incrementales, absolutos). Doppler. Acelerómetros. Sensores de Orientación: Brújulas, giroscopios (mecánicos, ópticos, por medición de flujo magnético). Sensores para Medición de Distancias: Basados en “tiempo de vuelo” (laser y ultrasónicos), medición de corrimiento de fase, modulación de frecuencia.
- Unidad 3** Sistemas de Localización y Telemetría RF: Sistemas RF terrestres para telemetría y mallas de navegación. Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y otros. Otros sensores: Contacto y proximidad. Composición química basada en espectrometría. Sensores ópticos de espectro visible (arrays CCD, CMOS, CID). Sensores térmicos y de radiación. Radares de apertura sintética.
- Unidad 4** Técnicas para Posicionamiento y Navegación: Odometría y Dead Reckoning empleando encoders y Doppler (errores de odometría sistemáticos y no sistemáticos, medición de errores de odometría, reducción de errores). Navegación Inercial empleando giroscopios y acelerómetros. Posicionamiento basado en Faros Activos (métodos de triangulación, trilateración empleando transponders ultrasónicos, posicionamiento óptico). Navegación basado en marcas del terreno (naturales, artificiales, sistemas de visión, termales). Posicionamiento y navegación basada en mapas (aplicación de sensores para medición de distancias y navegación inercial, construcción de mapas y fusión sensorial, map matching, mapas topológicos y geométricos).
- Unidad 5** Técnicas de Visión por Computadora: Extracción de características. Reconocimiento de Patrones. Estimación de Distancias y Reconstrucción 3D empleando estereoscopia. Rectificación de Imágenes y Calibración de Cámaras. Construcción de mapas basados en características visuales. Hardware para Adquisición de Datos, Estándares y Protocolos de Transmisión.
- Unidad 6** Actuadores: Servomotores (motores Stepper, DC Brush/Brushless, AC, Synchros/Resolvers). Drives Electrónicos: rectificadores (convertidores ac-dc), choppers (convertidores dc-dc, puentes H / cuatro cuadrantes), inversores (convertidores dc-ac), modulación de ancho de pulso (PWM), y controladores para motores. Actuadores neumáticos e hidráulicos. Morfología de Robots Industriales y end-effectors. Configuraciones de Robots Móviles (tracción diferencial, triciclo, synchro, omnidireccional, dirección de Ackerman). Actuadores experimentales basados en SMAs (shape memory alloys), EAPs (electroactive polymers), MEMS (microelectromechanical systems).

- g. **Unidad 7** Navegación autónoma. Requisitos fundamentales. Construcción de mapas del entorno. Abstracción de mapas del entorno. Ejemplos de diversas arquitecturas (con jerarquía, redes neuronales, lógica difusa, con bases biológicas). Niveles de Control. Especificaciones. Arquitecturas para control: funciones básicas y de control inteligente, requerimientos, tipos de arquitecturas, diseño funcional. Gestión de ejecución e implantación. Descripción de algunas implantaciones.
- h. **Unidad 8** Generación de Trayectorias. Planteamiento del problema. Definición paramétrica de curvas y técnicas de interpolación. Generación de caminos en el espacio cartesiano. Generación de trayectorias para manipuladores. Trayectorias articulares para manipuladores: Empleo de polinomios cúbicos, empleo de polinomios de orden superior, funciones lineales con enlace parabólico. Métodos en espacio cartesiano.

10- Bibliografía:

- Angulo J.M. *"Robótica Práctica. Tecnología y Aplicaciones"*. Paraninfo 2000.
- Arkin, R. C. *"Behavior-based robotics"*. MIT Press, 1998.
- Barrientos A., Peñin L.F., Balaguer C., Aracil R. *"Fundamentos de Robótica"*. McGraw Hill 2013.
- Braünl, T. *"Embedded robotics : mobile robot design and applications with embedded systems"*. Springer, 2003.
- Cuesta, A. Ollero, *"Intelligent Mobile Robot Navigation"* Series: Springer Tracts in Advanced Robotics, Vol. 16. F: 2005, XIV, 204 p.
- Electroactive Polymer. *"Actuators as Artificial Muscles: Reality, Potential, and Challenges"*. SPIE vol. PM136. Editado por SPIE (International Society for Optical Engineers), 2ª ed., Marzo 2004.
- Everett, H. R. *"Sensors for mobile robots"*. AK Peters, 2005.
- G. Meijer (ed.), *"Smart Sensor Systems"*, Wiley-Interscience, 2008.
- H. R. Everett. *"Sensors for Mobile Robots: Theory and Application"*, AK Peters, Ltd., June, 1995.
- J. Borenstein, H. R. Everett, and L. Feng, *"Where am I?"*. *Systems and Methods for Mobile Robot Positioning*". 1996. <http://www.personal.umich.edu/~johannb/shared/pos96rep.pdf>.
- J. Busch-Vishniac. *"Electromechanical Sensors and Actuators. Mechanical Engineering Series"*, Springer, Diciembre 2008.
- J. Gómez de Gabriel, A. Ollero y A. García Cerezo. *"Teleoperación y Telerrobótica"*. Pearson-Prentice Hall, 2006.
- J. L. Pons. *"Emerging Actuator Technologies: A Micromechatronic"* Approach. John Wiley & Sons, Mayo 2005.
- K.S. Fu, R.C. Gonzalez, C.S.G. Lee. *"Robotics: Control, Sensing, Vision and Intelligence"*. McGraw-Hill. 2007.
- Martin, F. G. *"Robotic explorations : a hands-on introduction to engineering"*. Prentice-Hall, 2001.
- McComb, G.; Predko, M. *"Robot builder's bonanza"*. 3rd ed. McGraw-Hill/TAB Electronics, 2006.
- Ollero. *"Robótica. Manipuladores y robots móviles"*. Marcombo. Barcelona. 2001

- Y. Ma, S. Soatto, J. Kosecka, S. Sastry. "An Invitation to 3-D Vision From Images to Models". Springer Verlag, 2003.

11- Metodología de trabajo:

Concretamente las actividades que se proponen son las siguientes:

- *Clases de teoría con apoyo de material audiovisual.* En estas clases se presentarán los contenidos básicos del tema. El desarrollo de la clase se llevará a cabo con medios audiovisuales, textos, que permitan un adecuado nivel de motivación e interés en los alumnos. Se debe intentar motivar a los alumnos a intervenir en cualquier momento en las clases para hacer éstas más dinámicas y facilitar el aprendizaje. Es importante intentar terminar la exposición con las conclusiones más relevantes del tema tratado.
- *Talleres de prácticas.* Las clases prácticas presenciales estarán dedicadas a la resolución colaborativa de problemas de análisis de problemas de navegación y su posterior resolución.
- *Trabajo obligatorio.* Al alumno se le dará una publicación reciente sobre el tema, sobre la cual debe elaborar una presentación en la que establezca un análisis del contenido de una publicación reciente y una revisión crítica en la que se presenten los aspectos más novedosos. Otra alternativa es que se presente un trabajo especial del curso a resolver.

12- Estrategias pedagógicas y comunicacionales: Se utilizará las clases teóricas, prácticas guiadas en el laboratorio:

- Clases teórico prácticas donde se presentarán las características de todos los tipos de sensores y actuadores, sus principales arquitecturas, y su modo de uso.
- Prácticas guiadas que permitan comparar los diferentes tipos de técnicas de navegación de robots, de tal forma que permitan al alumno evaluar las tecnologías a emplear en cada aplicación.

13- Modalidad de evaluación

Examen escrito o trabajo especial con defensa, a optar por el estudiante durante el curso.

14- Criterios para la acreditación:

Asistencia a instancias presenciales del 75%

Cumplimiento en tiempo y forma de actividades e instancias de evaluación.

15- Certificación:

El alumno deberá cumplir con la asistencia estipulada y aprobar la evaluación para recibir el certificado de asistencia y aprobación.

16- Fecha propuesta: inicio 19 de junio