



UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA

SYLLABUS

PROYECTO CURRICULAR: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

NOMBRE DEL DOCENTE:

ESPACIO ACADÉMICO (Asignatura):
ROBÓTICA MÓVIL

CÓDIGO: 78

AREA DE CONOCIMIENTO:

AUTOMÁTICA

ESPACIOS ACADÉMICOS DEL AREA:

1. Sistemas Dinámicos
2. Instrumentación Industrial
3. Electrónica Industrial
4. Control I
5. Control II
6. Control III

CLASIFICACIÓN DE LOS ESPACIOS ACADÉMICOS DEL AREA:

Obligatorio () :
Básico () Complementario ()

Electivo (X) :
Intrínsecas (X) Extrínsecas ()

NUMERO DE ESTUDIANTES:

GRUPO:

NÚMERO DE CREDITOS: 3

TIPO DE CURSO: TEÓRICO PRACTICO TEO-PRAC: X

Alternativas metodológicas:

Clase Magistral (X), Seminario (X), Seminario – Taller (), Taller (X), Prácticas (X), Proyectos tutoriados (X), Otro: Trabajo Autónomo con tareas y uso de computador (X)

DIA

HORAS

SALON

I. JUSTIFICACIÓN DEL ESPACIO ACADÉMICO (El Por Qué?)

La robótica móvil es un área en la que convergen un número importante de las áreas de formación de los ingenieros electrónicos, desde circuitos, pasando por electrónica, potencia, instrumentación, procesamiento de señales, procesamiento de imágenes, teoría de control, inteligencia computacional, sistemas embebidos e incluso comunicaciones. Esta es un área transversal, cuyas aplicaciones se encuentran en una amplísima diversidad de campos, lo que motivará y posibilitará al estudiante a incursionar en variedad de campos aún no explorados.

El curso de robótica móvil, aunque le permitirá a los estudiantes integrar soluciones

existentes, también demandará de ellos capacidad de diseño, fundamentalmente en las operaciones de navegación e, incluso, de cooperación con otros agentes robóticos. Es también importante considerar que si no se encuentra una plataforma robótica adecuada a la aplicación que se desee implementar, el estudiante deberá considerar la asesoría de un ingeniero mecánico para el diseño (mecánico) de una plataforma de propósito específico y, adicionalmente, deberá llevar a cabo todo el proceso de diseño electrónico para hacer posible el movimiento del robot.

II. PROGRAMACIÓN DEL CONTENIDO

OBJETIVO GENERAL

Aplicar los conceptos básicos de la robótica móvil, partiendo del movimiento en 2D para lograr una generalización al movimiento 3D.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Diferenciar las formas de locomoción que se pueden implementar en un robot terrestre.

Seleccionar los sensores adecuados a la implementación robótica que se desee abordar.

Simular las cinemáticas de robots con diversos métodos de locomoción.

Manejar las estrategias de control adecuadas para los robots de propósito específico.

Simular e implementar algoritmos básicos para la localización del robot.

Simular e implementar algoritmos básicos para la navegación autónoma del robot.

Modelizar la dinámica de robots que se puedan mover en el espacio tridimensional.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

Al completar con éxito el curso de Robótica Móvil, los estudiantes deberían ser capaces de:

- *Reconocer sistemas robóticos de acuerdo a su mecanismo de locomoción, tamaño, aplicación, alcance y método de control.*
- *Definir adecuadamente los marcos de referencia en sistemas robóticos para su posterior análisis.*
- *Plantear la solución a los problemas de cinemática directa e inversa de robots móviles.*
- *Seleccionar de forma adecuada componentes para el diseño e implementación de plataformas robóticas móviles.*
- *Estimar la posición del robot a partir de la información de sensores y su fusión.*
- *Implementar los algoritmos básicos de navegación en robots móviles a partir de los resultados obtenidos en simulaciones.*
- *Conocer las bases del análisis cinemático y dinámico de robots que se mueven en el espacio tridimensional.*
- *Utilizar herramientas de software para el diseño, simulación e implementación de*

sistemas robóticos.

- *Presentar de forma adecuada el proceso de toma de decisiones asociado a la solución de problemas de ingeniería.*

PROGRAMA SINTÉTICO:

- Cap. 1. Introducción a la robótica móvil.
- Cap. 2. Locomoción básica.
- Cap. 3. Cinemática de manipuladores.
- Cap. 4. Criterios de diseño de robots móviles terrestres.
- Cap. 5. Cinemática y dinámica de robots móviles terrestres.
- Cap. 6. Localización.
- Cap. 7. Navegación.
- Cap. 8. Robots móviles en el espacio tridimensional.

PROGRAMA DETALLADO

CAP. 1. INTRODUCCIÓN A LA ROBÓTICA

- 1.1. Qué es un agente robótico?
- 1.2. Clasificación de los agentes robóticos
- 1.3. Clasificación de los robots móviles
- 1.4. Importancia y aplicaciones de la robótica móvil

CAP. 2. LOCOMOCIÓN BÁSICA

- 2.1. El papel de la locomoción en el robot móvil
- 2.2. Robots móviles con articulaciones
- 2.3. Robots móviles con ruedas

CAP. 3. CINEMÁTICA DE MANIPULADORES

- 3.1. Anatomía del robot manipulador
- 3.2. Representación de la posición del robot
- 3.3. Definición de los problemas cinemáticos directo e inverso
- 3.4. Aproximación geométrica
- 3.5. Transformaciones homogéneas
- 3.6. Método de Denavit - Hartenberg
- 3.7. Espacio de trabajo del robot

CAP. 4. CRITERIOS DE DISEÑO DE ROBOTS MOVILES TERRESTRES

- 4.1. Actuadores
- 4.2. Sensores (para localización)
- 4.3. Alimentación
- 4.4. Sistema de control
- 4.5. Chasis y demás

CAP. 5. CINEMATICA Y DINAMICA DE ROBOTS MOVILES TERRESTES

- 5.1. Configuraciones cinemáticas de robots móviles terrestres
- 5.2. Definición de los problemas cinemático directo e inverso
- 5.3. Robots terrestres con cinemática diferencial

- 5.4. Dinámica de robots terrestres

CAP. 6. LOCALIZACIÓN DEL ROBOT MÓVIL

- 6.1. El reto de la localización
- 6.2. Localización basada en navegación desde diferentes sensores
- 6.3. Estimación de la localización
- 6.4. Filtro Kalman y fusión de sensores
- 6.5. Otros sistemas de localización

CAP. 7. NAVEGACIÓN DEL ROBOT MÓVIL

- 7.1. Planeación de trayectorias
- 7.2. Evasión de obstáculos
- 7.3. Controladores tipo trajectory tracking
- 7.4. Controladores tipo path following

CAP. 8. ROBOTS MÓVILES EN EL ESPACIO TRIDIMENSIONAL

- 8.1. Robots aéreos: con rotores y con superficies de control
- 8.2. Robots acuáticos: de superficie y submarinos
- 8.3. Nociones de movimiento en satélites

III. ESTRATEGIAS

Metodología Pedagógica y Didáctica:

Se presentan los elementos conceptuales y de ingeniería asociados a cada temática. Cada unidad es complementada con ejemplos industriales, casos de estudio, lectura y ejercicios de análisis y diseño. Se incentiva el trabajo en grupo mediante varios mini – proyectos aplicados al desarrollo de robots de propósito específico.

| | Horas | | | Horas profesor/semana | Horas Estudiante/semana | Total Horas Estudiante/semestre | Créditos |
|---------------|-------|----|----|-----------------------|-------------------------|---------------------------------|----------|
| Tipo de Curso | TD | TC | TA | (TD + TC) | (TD + TC +TA) | X 16 semanas | |
| Teórico | 4 | 2 | 3 | 6 | 9 | 144 | 3 |

Trabajo Presencial Directo (TD): Trabajo de aula con plenaria de todos los estudiantes.

Trabajo Cooperativo (TC): Trabajo de tutoría del docente a pequeños grupos o de forma individual a los estudiantes.

Trabajo Autónomo (TA): Trabajo del estudiante sin presencia del docente, que se puede realizar en distintas instancias: en grupos de trabajo o en forma individual, en casa o en biblioteca, laboratorio, etc.

Dentro de la metodología de desarrollo del curso se consideran las siguientes componentes

1. Exposición del docente: el profesor expondrá y aclarará los temas centrales del contenido, propiciando la participación activa de los estudiantes en el desarrollo de la clase aprovechando la lectura previa hecha por ellos.
2. Ejercicios de aplicación: se desarrollarán ejercicios de aplicación y talleres en grupo en la clase y fuera de ésta de tal forma que se promueva el trabajo en equipo.
3. Prácticas con equipos reales y en simulación: se desarrollarán prácticas de simulación del comportamiento de robots móviles, así como la implementación de algoritmos de propósito específico para robots terrestres. El proceso de formación se apoyará mediante tutorías de orientación a los estudiantes.

IV. RECURSOS

Medios y Ayudas:

Ayudas audiovisuales: videobeam

Computador personal con aplicaciones de Oficina

Software de simulación de sistemas de control (Matlab/Simulink)

Acceso a bibliografía de base

Acceso a Internet para consultas direcciones Web recomendadas

| |
|--|
| <i>Equipos de Quanser para el desarrollo de laboratorios</i> |
| TEXTOS GUÍAS |
| <p>[1] Elements of Robotics. RM. Ben-Ari y F. Mondada. Springer. 2018.</p> <p>[2] Mobile Robots: Navigation, Control and Remote Sensing. G, Cook. Willey 2011.</p> <p>[3] Introduction to Autonomous Mobile Robots. R. Seigwart y I. Nourbaksh. MIT Press. 2004.</p> <p>[4] Autonomous Robot Vehicles. Cox and Wilfong. Springer-Verlag.</p> <p>[5] Probabilistic Robotics. S. Thrun, W. Burgard, D. Fox. MIT Press, 2006.</p> <p>[6] Fundamentals of robotic mechanical systems: theory, methods, and algorithms. Jorge Angeles. New York, Springer, 2003.</p> <p>[7] Robot Modeling and Control. Mark W. Spong, Seth Hutchinson and M. Vidyasagar. John Wiley and Sons, 2006.</p> |
| REVISTAS |
| <p>IEEE Robotics and Automation Letters (RA-L)</p> <p>IEEE Robotics and Automation Magazine (RAM)</p> <p>IEEE Transactions on Automation Science and Engineering (T-ASE)</p> <p>IEEE Transactions on Robotics (T-RO)</p> <p>IEEE/ASME Transaction on Mechatronics</p> <p>IEEE Journal of MicroElectroMechanical System</p> <p>IEEE Transactions on Haptics</p> <p>IEEE Transactions on Intelligent Vehicles</p> <p>IEEE Transactions on Medical Robotics and Bionics</p> <p>IEEE Transactions on Nano-BioScience</p> <p>IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems</p> <p>Elsevier - Robotics</p> <p>Elsevier - Robotics and Autonomous Systems</p> <p>Elsevier - Robotics and Computer-Integrated Manufacturing</p> |
| V. ORGANIZACIÓN / TIEMPOS |

Espacios, Tiempos, Agrupamientos:

Se recomienda trabajar cada unidad de acuerdo a la programación, utilización de Internet para comunicación con los estudiantes. Se dedicará tiempo a la atención presencial en los horarios de tutorías del profesor.

| | | |
|---------|---|-----------------|
| Cap. 1. | Introducción a la robótica móvil. | Semana 1 |
| Cap. 2. | Locomoción básica. | Semana 2 |
| Cap. 3. | Cinemática de manipuladores. | Semanas 3 - 5 |
| Cap. 4. | Criterios de diseño de robots móviles terrestres. | Semana 6 - 7 |
| Cap. 5. | Cinemática y dinámica de robots móviles terrestres. | Semanas 8 - 10 |
| Cap. 6. | Localización. | Semanas 11 - 12 |
| Cap. 7. | Navegación. | Semanas 13 - 14 |
| Cap. 8. | Robots móviles en el espacio tridimensional. | Semanas 15 - 16 |

| PRI ME RA NOT A | TIPO DE EVALUACIÓN | | | FECHA | PORCENTAJE |
|--|--------------------|--|--|-------|------------|
| | | | | | |
| SEG UND A NOT A | | | | | |
| TER CER A NOT A | | | | | |
| ASPECTOS A EVALUAR DEL CURSO | | | | | |
| <ol style="list-style-type: none">1. Evaluación del desempeño docente.2. Evaluación de los aprendizajes de los estudiantes en sus dimensiones: individual/grupo, teórica/práctica, oral/escrita.3. Autoevaluación.4. Coevaluación del curso: de forma oral entre estudiantes y docente. | | | | | |

DATOS DEL DOCENTE

NOMBRE:

PREGRADO:

POSTGRADO:

ASESORIAS: FIRMA DE ESTUDIANTES

| NOMBRE | FIRMA | CÓDIGO | FECHA |
|--------|-------|--------|-------|
| 1. | | | |
| 2. | | | |
| 3. | | | |

FIRMA DEL DOCENTE

FECHA DE ENTREGA: Octubre de 2022 (versión 1.3 – Implementada con RA)

