



1. DATOS GENERALES DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE (UA) O ASIGNATURA			
Nombre de la Unidad de Aprendizaje (UA) o Asignatura			Clave de la UA
Robótica móvil			19910
Modalidad de la UA	Tipo de UA	Área de formación	Valor en créditos
Presencial	Curso	Básica particular	8
UA de pre-requisito		UA simultaneo	UA posteriores
Ninguna		Ninguna	Ninguna
Horas totales de teoría		Horas totales de práctica	Horas totales del curso
48		32	80
Licenciatura(s) en que se imparte		Módulo al que pertenece	
Ingeniería Robótica		Sistemas Inteligentes	
Departamento		Academia a la que pertenece	
Departamento de Ciencias Computacionales		Robótica	
Elaboró		Fecha de elaboración o revisión	
M.C. José de Jesús Hernández Barragán		28/05/2018	



2. DESCRIPCIÓN DE LA UA O ASIGNATURA

Presentación

En este curso se estudiarán principalmente tres conceptos importantes para solucionar problemas de navegación móvil autónoma: el control, la percepción y la planificación de robots móviles terrestres. Se estudiarán diferentes modelos cinemáticos de robots móviles terrestres y se aplicaran diferentes técnicas de control utilizando dichos modelos. Respecto a la percepción, se estudiarán diferentes tipos de sensores para la estimación de la pose del móvil y para la percepción de su entorno. Finalmente, se estudiarán diferentes técnicas para la planeación de trayectorias del robot móvil, tanto para navegación local como para navegación global.

Relación con el perfil

Modular

De egreso

El alumno es capaz de analizar datos y modelos cinemáticos de robots móviles, diseña e implementa controladores para garantizar el seguimiento de trayectorias de los móviles, aplica técnicas de planeación de trayectorias local y global, además de que desarrollará soluciones utilizando metodologías y conceptos matemáticos.

La unidad de aprendizaje contribuye a desarrollar habilidades en el profesionista para implementar y desarrollar diferentes técnicas de control, manejo y uso de sensores y planificación de trayectorias para resolver problemas de ingeniería en el campo de la robótica móvil. Dichas soluciones serán robustas y adaptables.

Competencias a desarrollar en la UA o Asignatura

Transversales

Genéricas

Profesionales

Capacidad de análisis de problemas de ingeniería.
 Capacidad de aplicar conocimientos en la práctica.
 Capacidad de aprender y actualizarse.
 Resolución de problemas.
 Toma de decisiones.
 Trabajo autónomo.
 Capacidad de investigación.

Comprende modelos matemáticos basados en diferentes plataformas móviles.
 Identifica sensores a bordo de un robot móvil.
 Identifica diferentes estrategias de planeación de trayectorias.
 Distingue la planificación global y la planificación local.

Implementa diferentes técnicas de planeación de trayectorias de robot autónomos para soluciones industriales.
 Aplica fundamentos matemáticos para diseño y análisis de modelos cinemáticos de robot móviles diversos en ingeniería.
 Aplicación del enfoque sistémico en el análisis y resolución de problemas.
 Implementación de algoritmos inteligentes para la resolución de problemas.

Saberes involucrados en la UA o Asignatura

Saber (conocimientos)

Saber hacer (habilidades)

Saber ser (actitudes y valores)

Morfología de plataformas móviles.
 Cinemática.
 Odometría.
 Seguimiento de trayectorias.
 Planificación global.
 Planificación local.
 Métodos de Campos de Potenciales.
 Descomposición de celdas.
 Algoritmo A*.

Aplica diferentes estrategias de control utilizando la cinemática para el seguimiento de trayectorias de los robots móviles.
 Aplica métodos de planeación de trayectorias para resolver problemas de planificación local y global de robots autónomos.
 Implementa diversos sensores para estimación de pose del robot y la percepción de su entorno.

Respeto a la diversidad de pensamiento de sus compañeros de grupo.
 Presenta ética y responsabilidad en su trabajo individual o en equipo.
 Se muestra comprometido al trabajo individual y en equipo.
 Proactivo y organizado al trabajar.
 Conducirse con integridad y respecto hacia las personas.
 Creatividad para construir propuestas innovadoras.
 Entrega productos de actividades en tiempo y forma.

Producto Integrador Final de la UA o Asignatura



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

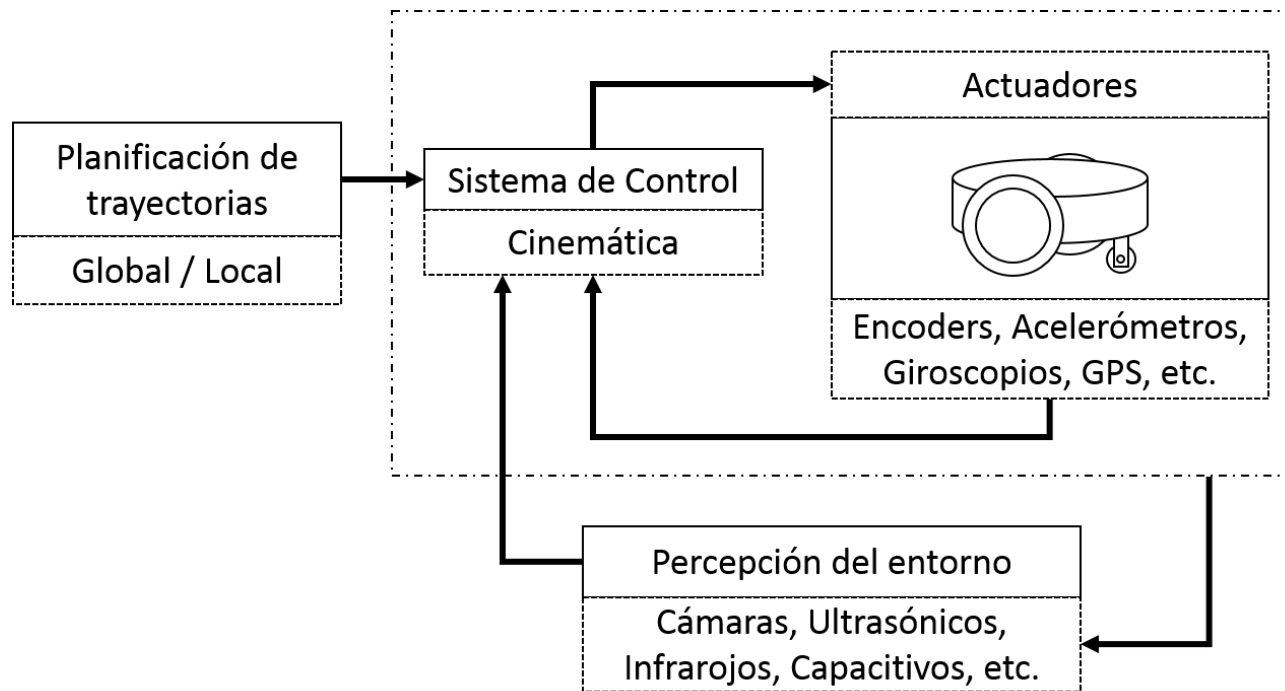
Título del Producto: Planeación de trayectorias de un robot móvil.

Objetivo: Implementar una técnica de planeación de trayectorias global o local, utilizando una plataforma diferencial u omnidireccional.

Descripción: El productor deberá contener una etapa de control basada en el modelo cinemático de la plataforma móvil diferencial u omnidireccional para el seguimiento de la trayectoria. También se deben incluir sensores abordo para la estimación de pose y la percepción del entorno. Finalmente, se requiere el uso de sensores para la planificación de la trayectoria local o global.



3. ORGANIZADOR GRÁFICO DE LOS CONTENIDOS DE LA UA O ASIGNATURA





4. SECUENCIA DEL CURSO POR UNIDADES TEMÁTICAS

Unidad temática 1: Introducción

Objetivo de la unidad temática: El estudiante distingue la robótica móvil e identifica diferentes morfologías de robots móviles.

Introducción: Esta unidad temática permite al estudiante conocer diversas morfologías de plataformas móviles, además se introducen diversos conceptos que serán utilizados a lo largo de la unidad de aprendizaje.

Contenido temático		Saberes involucrados		Producto de la unidad temática	
<ul style="list-style-type: none"> Definición de la Robótica móvil Tipos de robots móviles Aplicaciones de robots móviles Morfología de robots móviles 		Identifica diversas morfologías de plataformas móviles. Proactivo y organizado al trabajar. Entrega productos de actividades en tiempo y forma.		Documento digital de investigación sobre la definición de robótica móvil y diferentes tipos de robots móviles.	
Actividades del docente	Actividades del estudiante	Evidencia de la actividad	Recursos materiales	y	Tiempo destinado
Investigación de tópicos y problemas específicos. Estudio de casos. Exposición frente al grupo.	El estudiante analiza los casos presentados por el profesor. El estudiante atiende la cátedra impartida por el profesor y analiza los diferentes tipos y morfologías de robots móviles. El estudiante realiza preguntas al profesor en caso de dudas.	Investigación la definición de robótica móvil y diferentes tipos de robots móviles.	Computadora, internet, materiales de lectura, presentación frente al grupo, presentaciones de aplicaciones como ejemplo, proyector, pintarrón, borrador y plumones.		10 horas

Unidad temática 2: Cinemática de robots móviles

Objetivo de la unidad temática: El estudiante identifica modelos cinemáticos para diferentes robots móviles.

Introducción: Se introduce un breve repaso a sistemas de referencias y velocidades lineales y angulares. Depuse, se presentan modelos cinemáticos diversos para plataformas móviles, así como también la estimación de su orientación basada en la integración de sus velocidades.

Contenido temático		Saberes involucrados		Producto de la unidad temática	
<ul style="list-style-type: none"> Sistemas de referencia Velocidades lineales y angulares Modelos cinemáticos de robots móviles Estimación de posición y orientación Vehículos robóticos con manipuladores 		Comprende modelos matemáticos basados en diferentes plataformas móviles. Identifica diversas morfologías de plataformas móviles. Proactivo y organizado al trabajar. Entrega productos de actividades en tiempo y forma.		Documento digital de la solución de problemas de Sistemas de referencia. Programa de cómputo que simula la cinemática de diferentes plataformas móviles.	
Actividades del docente	Actividades del estudiante	Evidencia de la actividad	Recursos materiales	y	Tiempo destinado



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Investigación de tópicos y problemas específicos. Estudio de casos. Exposición frente al grupo.	El estudiante analiza los casos presentados por el profesor. El estudiante atiende la cátedra impartida por el profesor y, analiza e implementa los modelos matemáticos de diversas plataformas móviles terrestres. El estudiante realiza preguntas al profesor en caso de dudas.	Simulación: cinemática de un móvil unicycle. Simulación: cinemática de un móvil tipo triciclo. Simulación: cinemática de un móvil diferencial. Simulación: cinemática de un móvil tipo coche. Simulación: cinemática de un móvil omnidireccional.	Computadora, internet, materiales de lectura, presentación frente al grupo, presentaciones de aplicaciones como ejemplo, proyector, pintarrón, borrador y plumones.	20 horas
---	---	---	---	----------

Unidad temática 3: Sensores para robots móviles

Objetivo de la unidad temática: El estudiante identifica diversos tipos de sensores útiles para la solución de problemas en robótica móvil.

Introducción: En esta unidad temática se pretende identificar e implementar diferentes sensores para la estimación de la pose del robot y para la percepción del entorno, de esta manera posteriormente se podrán implementar estos sensores para implementar diferentes técnicas de control y de planificación de trayectorias.

Contenido temático	Saberes involucrados	Producto de la unidad temática
<ul style="list-style-type: none"> Clasificación y características de sensores Odometría Estimadores de posición y orientación con sensores 	Identifica sensores a bordo de un robot móvil. Implementa diversos sensores para estimación de pose del robot y la percepción de su entorno. Proactivo y organizado al trabajar. Conducirse con integridad y respecto hacia las personas. Entrega productos de actividades en tiempo y forma.	Documento digital sobre el acondicionamiento y uso de sensores para robótica móvil. Simulación de estimación de la pose de un móvil utilizando sensores.

Actividades del docente	Actividades del estudiante	Evidencia o de la actividad	Recursos materiales y	Tiempo destinado
Investigación de tópicos y problemas específicos. Estudio de casos. Exposición frente al grupo.	El estudiante analiza los casos presentados por el profesor. El estudiante atiende la cátedra impartida por el profesor e identifica sensores para el uso de aplicaciones de robots móviles. El estudiante realiza preguntas al profesor en caso de dudas.	Investigación de acondicionamiento y uso de sensores para robótica móvil.	Computadora, internet, materiales de lectura, presentación frente al grupo, presentaciones de aplicaciones como ejemplo, proyector, pintarrón, borrador y plumones.	10 horas

Unidad temática 4: Control de robots móviles y Seguimiento de trayectorias

Objetivo de la unidad temática: El alumno desarrolla e implementa diversas técnicas de control para garantizar el seguimiento de trayectorias proporcionadas.

Introducción: En esta unidad temática se presentarán diversas técnicas de control que se basan en el modelo cinemático del robot. Después, estas estrategias de control se utilizan para el seguimiento de diferentes trayectorias proporcionadas por un usuario.

Contenido temático	Saberes involucrados	Producto de la unidad temática
--------------------	----------------------	--------------------------------



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

<ul style="list-style-type: none"> Control PID para robots móviles Control basado en el modelo cinemático Seguimiento de trayectorias 	<p>Comprende modelos matemáticos basados en diferentes plataformas móviles. Aplica diferentes estrategias de control utilizando la cinemática para el seguimiento de trayectorias de los robots móviles. Presenta ética y responsabilidad en su trabajo individual o en equipo. Se muestra comprometido al trabajo individual y en equipo. Proactivo y organizado al trabajar.</p>	<p>Programa de cómputo que implementa el control y seguimiento de trayectorias de un robot móvil.</p>		
Actividades del docente	Actividades del estudiante	Evidencia de la actividad	Recursos materiales y	Tiempo destinado
<p>Investigación de tópicos y problemas específicos. Estudio de casos. Exposición frente al grupo.</p>	<p>El estudiante analiza los casos presentados por el profesor. El estudiante atiende la cátedra impartida por el profesor y comprende cómo implementar una técnica de control utilizando un modelo cinemático de una plataforma móvil. El estudiante realiza preguntas al profesor en caso de dudas.</p>	<p>Implementación de un controlador PID en un móvil diferencial. Implementación de un controlador cinemático de un móvil diferencial. Implementación de un control PID en un móvil omnidireccional.</p>	<p>Computadora, internet, materiales de lectura, presentación frente al grupo, presentaciones de aplicaciones como ejemplo, proyector, pintarrón, borrador y plumones.</p>	<p>20 horas</p>
Unidad temática 5: Navegación autónoma y planeación de trayectorias				
<p>Objetivo de la unidad temática: El alumno desarrolla e implementa diferentes técnicas de planeación de trayectorias global y local para robots móviles.</p>				
<p>Introducción: En esta unidad temática se presentan diferentes técnicas para la planeación de trayectorias de manera global o local. Después, se utiliza alguna técnica de control para realizar el seguimiento de la trayectoria encontrada.</p>				
Contenido temático	Saberes involucrados		Producto de la unidad temática	
<ul style="list-style-type: none"> Detección de colisiones Grafos de Visibilidad Descomposición de celdas Campos Potenciales Algoritmo A* 	<p>Identifica diferentes estrategias de planeación de trayectorias. Distingue la planificación global y la planificación local. Aplica métodos de planeación de trayectorias para resolver problemas de planificación local y global de robots autónomos. Proactivo y organizado al trabajar. Conducirse con integridad y respeto hacia las personas. Entrega productos de actividades en tiempo y forma.</p>		<p>Programa de cómputo que simula la planeación de trayectorias de un robot móvil.</p>	
Actividades del docente	Actividad del estudiante	Evidencia de la actividad	Recursos materiales y	Tiempo destinado



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

<p>Investigación de tópicos y problemas específicos. Estudio de casos. Exposición frente al grupo.</p>	<p>El estudiante analiza los casos presentados por el profesor. El estudiante atiende la cátedra impartida por el profesor e identifica las diferentes estrategias de planeación de trayectorias de robots móviles. El estudiante realiza preguntas al profesor en caso de dudas.</p>	<p>Implementación de método de campo de potencial. Implementación del método de descomposición de celdas y grafo de visibilidad. Implementación del método de A*.</p>	<p>Computadora, internet, materiales de lectura, presentación frente al grupo, presentaciones de aplicaciones como ejemplo, proyector, pintarrón, borrador y plumones.</p>	<p>20 horas</p>
--	---	---	--	-----------------



5. EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN			
Requerimientos de acreditación:			
Tener por lo menos el 80% de asistencia a clases para obtener calificación aprobatoria en la unidad de aprendizaje. Tener por lo menos 65% de asistencia a clases para obtener calificación aprobatoria en el examen extraordinario.			
Criterios generales de evaluación:			
Primer examen parcial	25%		
Segundo examen parcial	25%		
Actividades y Ejercicios	30%		
Proyecto final	20%		
Evidencias o Productos			
Evidencia o producto	Competencias y saberes involucrados	Contenidos temáticos	Ponderación
Documento digital de investigación sobre la definición de robótica móvil y diferentes tipos de robots móviles.	Identifica diversas morfologías de plataformas móviles. Proactivo y organizado al trabajar. Entrega productos de actividades en tiempo y forma.	Definición de la Robótica móvil Tipos de robots móviles. Aplicaciones de robots móviles. Morfología de robots móviles.	2.5%
Documento digital de la solución de problemas de Sistemas de referencia.	Comprende modelos matemáticos basados en diferentes plataformas móviles. Identifica diversas morfologías de plataformas móviles. Proactivo y organizado al trabajar. Entrega productos de actividades en tiempo y forma.	Sistemas de referencia. Velocidades lineales y angulares.	5%
Programa de cómputo que simula la cinemática de diferentes plataformas móviles.	Comprende modelos matemáticos basados en diferentes plataformas móviles. Identifica diversas morfologías de plataformas móviles. Proactivo y organizado al trabajar. Entrega productos de actividades en tiempo y forma.	Modelos cinemáticos de robots móviles. Estimación de posición y orientación. Vehículos robóticos con manipuladores.	5%
Documento digital sobre el acondicionamiento y uso de sensores para robótica móvil.	Identifica sensores a bordo de un robot móvil. Implementa diversos sensores para estimación de pose del robot y la percepción de su entorno. Proactivo y organizado al trabajar. Conducirse con integridad y respecto hacia las personas. Entrega productos de actividades en tiempo y forma.	Clasificación y características de sensores.	2.5%
Simulación de estimación de la pose de un móvil utilizando sensores.	Identifica sensores a bordo de un robot móvil. Implementa diversos sensores para estimación de pose del robot y la percepción de su entorno. Proactivo y organizado al trabajar. Conducirse con integridad y respecto hacia las personas. Entrega productos de actividades en tiempo y forma.	Odometría. Estimadores de posición y orientación con sensores.	5%



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

<p>Programa de cómputo que implementa el control y seguimiento de trayectorias de un robot móvil.</p>	<p>Comprende modelos matemáticos basados en diferentes plataformas móviles. Aplica diferentes estrategias de control utilizando la cinemática para el seguimiento de trayectorias de los robots móviles. Presenta ética y responsabilidad en su trabajo individual o en equipo. Se muestra comprometido al trabajo individual y en equipo. Proactivo y organizado al trabajar.</p>	<p>Control PID para robots móviles. Control basado en el modelo cinemático. Seguimiento de trayectorias.</p>	<p>5%</p>
<p>Programa de cómputo que simula la planeación de trayectorias de un robot móvil.</p>	<p>Identifica diferentes estrategias de planeación de trayectorias. Distingue la planificación global y la planificación local. Aplica métodos de planeación de trayectorias para resolver problemas de planificación local y global de robots autónomos. Proactivo y organizado al trabajar. Conducirse con integridad y respecto hacia las personas. Entrega productos de actividades en tiempo y forma.</p>	<p>Detección de colisiones. Grafos de Visibilidad. Descomposición de celdas. Campos Potenciales. Algoritmo A*.</p>	<p>5%</p>

Producto final

Descripción	Evaluación	
<p>Título: Planeación de trayectorias de un robot móvil.</p>	<p>Criterios de fondo:</p>	<p>Ponderación</p>
<p>Objetivo: Implementar una técnica de planeación de trayectorias global o local, utilizando una plataforma diferencial u omnidireccional.</p>	<p>El producto deberá contener una etapa de control basada en el modelo cinemático de la plataforma móvil diferencial u omnidireccional para el seguimiento de la trayectoria.</p>	
<p>Caracterización Se selecciona una técnica de planeación de trayectorias global o local, después se emplea en una plataforma móvil diferencial u omnidireccional utilizando alguna técnica de control.</p>	<p>El producto deberá incluir sensores abordo para la estimación de pose y la percepción del entorno.</p>	
	<p>El producto usará de sensores externos para la planificación de la trayectoria local o global.</p>	<p>20%</p>
	<p>Criterios de forma: Se deberán entregar simulaciones de la planeación de trayectorias, así como la presentación del producto en físico (en caso que se requiera).</p>	
	<p>En cuanto a los reportes de práctica</p>	



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

deberán contener título del reporte, breve manual de usuario, respuestas a preguntas específicas del producto y bibliografía en caso de haber consultado fuentes alternas a las recomendadas.

Otros criterios

Criterio	Descripción	Ponderación
Primer Examen parcial	Examen escrito a medio semestre	25%
Segundo Examen parcial	Examen escrito al final del semestre	25%



6. REFERENCIAS Y APOYOS				
Referencias bibliográficas				
Referencias básicas				
Autor (Apellido, Nombre)	Año	Título	Editorial	Enlace o bibliotecar virtual donde esté disponible (en su caso)
Spyros Tzafestas	2013	Introduction to Mobile Robot Control	Elsevier	
Farbod Fahimi	2009	Autonomous Robots: Modeling, Path Planning, and Control	Springer US	
Siegwart, Roland and Nourbakhsh, Illah R.	2004	Introduction to Autonomous Mobile Robots	Bradford Company	
Referencias complementarias				
Ollero, Anibal	2005	Robótica: Manipuladores y robots móviles	Marcombo	
Apoys (videos, presentaciones, bibliografía recomendada para el estudiante)				
Unidad temática 1: Diapositivas y bibliografía recomendada				
Unidad temática 2: Diapositivas y bibliografía recomendada				
Unidad temática 3: Diapositivas y bibliografía recomendada				
Unidad temática 4: Diapositivas y bibliografía recomendada				
Unidad temática 5: Diapositivas y bibliografía recomendada				