

Programa de Robótica Móvil



Código/s: Optativa

Identificación y características de la Actividad Curricular

Carrera/s:	Licenciatura en Ciencias de la Computación		
Plan de Estudios:	2010	Carácter:	Optativa
Bloque/Campo:	Área:		
Régimen de cursado:	Cuatrimestral		
Cuatrimestre:	- [LCC]		
Carga horaria:	75 hs. / 5 hs. semanales	Formato curricular:	Asignatura
Escuela:	Ciencias Exactas y Naturales	Departamento:	Ciencias de la Computación
Docente responsable:	PIRE, Taihú		

Programa Sintético

- Unidad 1: Introducción a la Robótica Móvil
- Unidad 2: Percepción
- Unidad 3: Cinemática
- Unidad 4: Sistema Operativo de Robótica (ROS) y Simulador Gazebo.
- Unidad 5: Visión en Robótica
- Unidad 6: Localización
- Unidad 7: Mapeo
- Unidad 8: Localización y Mapeo Simultáneo (SLAM)
- Unidad 9: Planeamiento de Caminos
- Unidad 10: Control

Asignaturas Relacionadas

Previas:

Simultaneas Recomendadas:

Posteriores:

Vigencia desde 2022

Firma Profesor

Fecha

Firma Aprob. Escuela

Fecha

Con el aval del Consejo Asesor:

Características generales

La asignatura optativa Robótica Móvil propone complementar y especializar el contenido de la licenciatura en ciencias de la computación de manera de lograr una formación actualizada en el área de robótica. La robótica es parte fundamental para la mejora y automatización de procesos en diferentes áreas de aplicación como por ejemplo, industria, agricultura, aeroespacial, vehículos autónomos, por mencionar algunos.

La robótica móvil es el área que estudia los problemas y soluciones para que un robot pueda navegar por un entorno realizando una actividad determinada. En este curso se abordan las principales áreas de estudio de la robótica móvil: localización, mapeo, planeamiento de caminos y control. De cada área se estudian los problemas y sus soluciones fundamentales de la literatura desde un punto de vista teórico-práctico. Para la implementación y evaluación de los algoritmos a desarrollar durante el curso se utiliza software y hardware estándar.

El enfoque para el desarrollo de la actividad es teórico-práctico con interacción permanente entre los alumnos y el cuerpo docente. Exposición de contenidos teóricos y posterior implementación y experimentación de temas específicos de cada unidad de la asignatura. Uso de hardware y software para la concepción de las implementaciones a realizar.

Objetivos

La materia tiene como objetivo que los alumnos aprendan los conceptos fundamentales de robótica móvil, sus principales problemas y soluciones. También se tiene como objetivo que los alumnos se familiaricen con hardware y software estándar para el desarrollo de robots móviles.

Contenido Temático

Unidad 1: Introducción a la Robótica Móvil

- 1.1 Historia de la Robótica Móvil.
- 1.2 Tipos de Robots.
- 1.3 Campos de aplicación de la Robótica Móvil.
- 1.4 Desafíos de la Robótica Móvil.

Unidad 2: Percepción

- 2.1 Tipos de sensores.
- 2.2 Sensores interoceptivos y exteroceptivos.
- 2.3 Modelo de sensores.
- 2.4 Ventajas y desventajas de cada tipo de sensor.
- 2.5 Caracterización del ruido.

Unidad 3: Cinemática

- 3.1 Sistemas de locomoción.
- 3.2 Modelo Diferencial.
- 3.3 Modelo de Ackerman.
- 3.4 Holonómico/No-Holonómico.

Unidad 4: Sistema Operativo de Robótica (ROS) y Simulador Gazebo.

- 4.1 Introducción a ROS 2.
- 4.2 Herramientas de visualización y depuración.
- 4.3 Recolección de Datos.
- 4.4 Simulador Gazebo.

Unidad 5: Visión en Robótica

- 5.1 Geometría proyectiva.
- 5.2 Extracción de características visuales.
- 5.3 Calibración Visual: intrínseca y Extrínseca.

Unidad 6: Localización

- 6.1 Modelo probabilístico.
- 6.2 Teoría de Bayes.
- 6.3 Principio de independencia de Markov.
- 6.4 Filtros Gaussianos: Filtro Extendido de Kalman.
- 6.5 Filtros no-paramétricos: Monte Carlo e Histograma.

Unidad 7: Mapeo

- 7.1 Nube de puntos.
- 7.2 Grilla de Ocupación.
- 7.3 Árbol cuaternario (Quadtree) y árbol octal (Octree)
- 7.4 Campos de distancia de signo truncado (TSDF).

Unidad 8: Localización y Mapeo Simultáneo (SLAM)

- 8.1 Grafo de Factores.
- 8.2 Métodos de optimización: Método de descenso por gradiente, Método Gauss-Newton, Método Levenberg-Marquardt y Bundle Adjustment.
- 8.3 Grupos de Lie y Álgebra de Lie.
- 8.4 Pre-integración.
- 8.5 Problema del Robot Secuestrado (Kidnapped Robot Problem).
- 8.6 Relocalización.
- 8.7 Detección y Cierre de Ciclos.

Unidad 9: Planeamiento de Caminos

- 9.1 Algoritmo A*.
- 9.2 Algoritmo de Dijkstra.
- 9.3 Grafo de Visibilidad.
- 9.4 Descomposición de celdas.
- 9.5 Diagrama de Voronoi.
- 9.6 Campos de potencial artificial.
- 9.7 Probabilistic RoadMap.
- 9.8 Rapidly Exploring Random Tree (RRT)
- 9.9 Rapidly-exploring Random Graph (RRG).

Unidad 10: Control

- 10.1 Controlador proporcional-integral-derivativo (PID).
- 10.2 Regulador Lineal Cuadrático (LQR).
- 10.3 Control Predictivo por Modelo (MPC).

En la asignatura existen contenidos procedimentales para el desempeño profesional como es el diseño y desarrollo de programas de computación.

En la asignatura no existen contenidos actitudinales

Modalidades de enseñanza-aprendizaje

Clases teórico-prácticas con interacción permanente entre los alumnos y el cuerpo docente. Exposición de contenidos teóricos y posterior implementación y experimentación de temas específicos de cada unidad. Uso de hardware y software para la concepción de las implementaciones a realizar.

Actividades de Formación Práctica

Nº	Título	Descripción
1	Trabajo Práctico I: Transformaciones	Ejercicios de aplicación de transformaciones. Ejercicios para realizar cambios de entre diferentes sistemas de coordenadas.
2	Trabajo Práctico II: ROS2 y Simulador Gazebo	Experimentación con ROS y simulador Gazebo. Recolección de datos. Análisis de trayectorias realizadas por robot simulado.
3	Trabajo Práctico III: Visión por Computadora: Triangulación y Proyección	Calibración de cámara estéreo e inercial. Extracción de características visuales. Búsqueda de emparejamiento de características visuales. Triangulación y proyección de puntos 3D.
4	Trabajo Práctico IV: Localización con Filtro de Kalman Extendido	Implementación, experimentación y análisis de un Filtro Extendido de Kalman.
5	Trabajo Práctico V: Planeamiento de trayectorias	Implementación, experimentación y análisis de un método de planeamiento de trayectorias.
6	Trabajo Práctico Final	Desarrollo, experimentación y análisis de un método de Localización, Mapeo, Planeamiento de trayectorias o control a elección con previa aceptación del cuerpo docente.

Evaluación

Requisitos de aprobación: Se deben contar con todos los trabajos prácticos, parcial y trabajo práctico final aprobados.

Criterios de evaluación: exactitud, suficiencia y adecuación.

Instrumentos o técnicas de evaluación: trabajos prácticos, parcial y trabajo práctico final.

Distribución de la carga horaria

Presenciales

Teóricas

Prácticas

Formación Experimental

Resolución de Problemas y Ejercicios

Formación en la Práctica Profesional

Total**Evaluaciones****Dedicadas por el alumno fuera de clase**

Preparación Teórica 30 Hs.

Preparación Práctica 30 Hs.

Elaboración y redacción de informes, trabajos, presentaciones, etc. 10 Hs.

Total 70 Hs.**Bibliografía básica**

Título	Autores	Editorial	Año	Ejem.
Probabilistic Robotics	Sebastian Thrun, Wolfram Burgard, Dieter Fox	MIT press	2005	1
Introduction to Autonomous Mobile Robots	Roland Siegwart, Illah R. Nourbakhsh, and Davide Scaramuzza	MIT press	2011	1
Robotics, Vision and Control: Fundamental Algorithms In MATLAB Second, Completely Revised, Extended And Updated Edition	Peter Corke	Springer	2017	1
Multiple View Geometry in Computer Vision. 2.a ed.	Richard Hartley y Andrew Zisserman	Cambridge University Press	2004	1

Bibliografía complementaria

Título	Autores	Editorial	Año	Ejem.
Estimation with Applications to Tracking and Navigation	Yaakov Bar-Shalom, X.-Rong Li, Thiagalingam Kirubarajan	John Wiley & Sons, Inc.	2001	1
Optimal State Estimation. Kalman, H infinity, and Nonlinear Approaches Solution Manual	Dan Simon	John Wiley & Sons, Inc.	2006	1
Computer Vision. Algorithms and Applications	Richard Szeliski	Springer	2011	1
ROS Robotics By Example Bring life to your robot using ROS robotic applications	Carol Fairchild, Dr. Thomas L. Harman	Packt Publishing	2016	1
Springer Handbook of Robotics (2nd Edition)	Bruno Siciliano, Oussama Khatib (Eds.).	Springer Springer Science & Business Media	2016	1
Principles of robot motion: theory, algorithms, and implementation	Howie Choset, Kevin Lynch, Seth Hutchinson, George Kantor, Wolfram Burgard, Lydia Kavraki, Sebastian Thrun	MIT press	2005	1

Recursos web y otros recursos

Página Web de Robótica Móvil en el Departamento de Ciencias de la Computación:
<https://dcc.fceia.unr.edu.ar/es/lcc/521k>

Página Web de Robótica Móvil en el sitio comunidades en el campus virtual de la UNR:
<https://comunidades.campusvirtualunr.edu.ar/course/view.php?id=5797>

Cronograma de actividades

Semana	Unidad	Tema	Actividad
1	1	Introducción a la robótica móvil	Clase Teoría: Introducción a la robótica móvil
2	2	Percepción	Clase Teoría: Percepción
3	2	Percepción	Clase Práctica: Percepción
4	3	Cinemática	Clase Teoría: Cinemática
5	3	Cinemática	Clase Práctica: Cinemática
6	4	Sistema Operativo de Robótica (ROS) y Simulador Gazebo	Clase Teoría: Sistema Operativo de Robótica (ROS) y Simulador Gazebo
7	5	Visión en Robótica	Clase Teoría: Visión en Robótica
8	5	Visión en Robótica	Clase Práctica: Visión en Robótica
9	6	Localización	Clase Práctica: Localización
10	6	Localización	Clase Práctica: Localización
11	7	Mapeo	Clase Teoría: Mapeo
12	8	SLAM	Clase Teoría: SLAM
13	8	SLAM	Clase Práctica: SLAM
14	9	Planeamiento de Caminos	Clase Teoría: Planeamiento de Caminos
15	10	Control	Clase Teoría: Control