



PROGRAMA DE ASIGNATURA

1. Identificación de la asignatura

Asignatura: Robótica Móvil Probabilística		Créditos SCT-Chile:10	
Unidad académica: Departamento de Electrónica			
Sigla: IPD-482	Pre-requisitos: ELO-320, ELO-313, ELO-204/MAT 043	Horas de docencia directa ¹ semanal: 2,3	Horas Cátedra: 2,3
Examen			Horas Otras ² : 0
Si:	No: X		
Horas de dedicación		Horas de Trabajo autónomo ³ semanal: 14	
		Tiempo total de dedicación cronológica: 277	
Área de Conocimiento (OCDE): Ingeniería y Tecnología			

2. Descripción de la asignatura

La robótica móvil es la rama de la robótica que estudia la planificación y movilidad de autómatas con capacidad de desplazamiento. El uso de robots móviles se extiende actualmente a tareas militares, sociales, industriales y médicas. Son principalmente diseñados para transitar y trabajar en ambientes (o tareas) hostiles y difíciles al ser humano. La interacción del robot con el medio que lo rodea y con los seres humanos, se modela a través de la probabilidad. En esta asignatura se presentarán los fundamentos matemáticos y algorítmicos para lograr tal interacción y modelado. En especial, el alumno aprenderá los conceptos básicos de fusión sensorial, localización, mapeo y SLAM (por sus siglas en inglés de Simultaneous Localization and Mapping), que corresponden a técnicas usadas actualmente en tareas industriales y científicas.

3. Requisitos de entrada / Aprendizajes previos⁴

ELO-320

- Comprende y aplica algoritmos de ordenamiento y búsqueda de datos.
- Depura programas y verifica su funcionamiento correcto, a través de someterlos a datos de prueba escogidos convenientemente.

ELO-313

- Manipula señales digitales mediante filtrado y transformaciones lineales.
- Comprende las herramientas de procesamiento digital de señales comúnmente utilizadas en problemas aplicados de la ingeniería.

ELO-204/MAT 043

- Identifica situaciones prácticas de naturaleza aleatoria con la teoría de probabilidades.

¹ Trabajo presencial o de Docencia directa: número de horas cronológicas de contacto directo entre el docente y los estudiantes, considerando tanto las horas teóricas (clases, ayudantías, seminarios), como las prácticas (laboratorios, prácticos, taller, salidas a terreno) basado en 17 semanas por semestre.

² Determinar actividad (laboratorio/taller/salidas a terreno, etc.).

³ Trabajo no presencial o Autónomo: tiempo que dedica el estudiante para la aprobación de una determinada asignatura, como revisión de apuntes, lectura de textos, recopilar y seleccionar información, preparar proyectos y trabajos, grupales e individuales, revisión de páginas web, estudio para pruebas y otros.

⁴ Para estudiantes en articulación se entenderá que cumplen estos requisitos de entrada si tienen los prerrequisitos aprobados.



4. Competencias del Perfil del Graduado a las que contribuye

Competencias Genéricas Transversales:

- Actuar con altos estándares de responsabilidad profesional, social y ética en el ejercicio de las actividades de investigación o desarrollo tecnológico para beneficio de la sociedad.
- Conformer de manera proactiva equipos de trabajo para la ejecución de actividades tanto disciplinares como multidisciplinarias.
- Desarrollar actividades de investigación en el contexto de proyectos originales de la Ingeniería Electrónica o bien en un contexto multidisciplinar aplicando competencias metodológicas y ejercitando una autonomía creciente.
- Aplicar creativamente conocimiento disciplinar avanzado en investigación o en la solución innovadora de problemas tecnológicos.

Competencias Específicas Disciplinarias:

- Desarrollar soluciones tecnológicas a ser implementadas en hardware, firmware o software o mediante la integración de tecnologías existentes en sistemas que puedan requerir tiempo real de ejecución, interacción con sensores, actuadores y entre dispositivos para realizar investigación aplicada o innovación.
- Evaluar problemas de las Ciencias de la Ingeniería desde una perspectiva cuantitativa para su análisis y diseño de soluciones bajo la presencia de incertidumbre.
- Desarrollar estrategias de modelamiento o control de sistemas dinámicos, concentrados o distribuidos en general para mejorar y/o garantizar su desempeño.
- Desarrollar estrategias de procesamiento, estimación o transmisión de señales, o de extracción, comunicación o protección de la información, para analizar o mejorar el desempeño de sistemas.

5. Resultados de Aprendizaje

- Reconoce y referencia adecuadamente el trabajo científico de otros.
- Actúa con honestidad y autorregulación en su quehacer académico y profesional
- Discute con otros usando argumentos científicos.
- Lidera y/o participa en equipos complementando el trabajo científico con otros.
- Propone soluciones a problemas multidisciplinarios que surgen de su quehacer científico.
- Analiza crítica y contextualmente el trabajo de investigación propio y de otros.
- Comunica efectivamente los resultados de su investigación
- Identifica problemas relevantes en la temática de investigación.
- Reconoce el proceso mediante el cual nuevo conocimiento se traduce en innovación tecnológica en base a estudio de casos.
- Crea soluciones a problemas con información incompleta y en presencia de restricciones.
- Analiza modelos cinemáticos de robots móviles convencionales obteniendo sus restricciones de movimiento.
- Analiza los problemas asociados a la localización de robots móviles dentro de entornos(cerrados y abiertos).
- Valora la importancia de la probabilidad como herramienta de modelado matemático.
- Desarrolla estrategias de SLAM convergentes para entornos abiertos y cerrados.

6. Contenidos

1. Introducción a Robótica Móvil
 - a. Pose: definición y representación.
 - b. Restricciones Cinemáticas
 - c. Espacio de Trabajo
 - d. Movilidad y aplicaciones
2. Sensores y Medición
 - a. Robot y entorno



- b. Sensores propioceptivos y exteroceptivos
- c. Sensores de posicionamiento
- d. Sensores de rango
- e. Sensores de visión
- 3. Planificación de Caminos y Evasión de Obstáculos
 - a. Holonomía
 - b. Espacio de Configuraciones
 - c. La Suma de Minkowski
 - d. Métodos de Voronoi
 - e. Algoritmo de Bug
 - f. Campos Potenciales
- 4. Introducción a la Teoría de Estimación
 - a. Definiciones
 - b. Máxima Verosimilitud
 - c. Máximo posteriori
 - d. Error cuadrático medio mínimo
 - e. Estimación recursiva bayesiana
 - f. Aplicaciones en Robótica Móvil
- 5. Estimación por mínimos cuadrados
 - a. Soluciones geométricas
 - b. Minimización
 - c. Mínimos cuadrados no lineales
 - d. Aplicaciones en Robótica Móvil
- 6. Filtro de Kalman
 - a. Filtro de Kalman Lineal: teoría e implementación
 - b. Filtro de Kalman en robótica móvil
 - c. Filtro de Kalman Extendido
 - i. Predicción no lineal
 - ii. Observación de modelos no lineales
 - iii. Consideraciones de implementación
- 7. Modelos cinemáticos y odometría
 - a. Sensores odométricos
 - b. Evolución de la incertidumbre
 - c. Propagación de la incertidumbre
- 8. Localización
 - a. El problema de la localización
 - b. Ruidos en los sensores
 - c. Estimación de la posición
 - d. Filtro de Kalman aplicado a la localización
 - e. Celdas de localización (consideraciones computacionales)
 - f. Localización por Monte Carlo
- 9. Mapeo
 - a. Celdas de ocupación
 - b. Modelos de medición inversa
 - c. Tipos de Mapas
- 10. SLAM
 - a. SLAM con Filtro de Kalman Extendido
 - b. SLAM con correspondencias desconocidas
 - c. El algoritmo de Graph-SLAM
 - d. El filtro de Partículas aplicado al SLAM
- 11. Estimación bayesiana
 - a. Consideraciones generales
 - b. Principios de Aplicación e implementación



7. Metodología (Estrategias de enseñanza-aprendizaje)

- Clase expositiva, demostrativas, y aprendizaje activo
- Debate grupal
- Estudio de casos
- Tutoriales

8. Evaluación de los resultados de aprendizaje

Requisitos de aprobación y calificación	El proceso de evaluación y calificación consiste en: Un certamen global al final del semestre. Presentación de informes de aplicación (3 informes).	
	Instrumentos de evaluación	%
	Informes de Aplicación (3)	70
	Certamen global	30
Calificación final: $\text{Certamen} \times 0.3 + (\text{Informe1} + \text{Informe2} + \text{Informe3}) \times 0.7$		

9. Recursos para el aprendizaje

Bibliografía Básica	<ol style="list-style-type: none">1. Sebastian Thrun (2006). Probabilistic Robotics. Wolfram Burgard and Dieter Fox, The MIT Press.2. Handbook of Robotics, Springer, 2008.
Bibliografía Recomendada	<ol style="list-style-type: none">1. Roland Siegwart and Illah Nourbakhsh (2005). Introduction to Autonomous Mobile Robots. The MIT Press.2. Artículos de los últimos tres años de revistas del catálogo ISI: IEEE Transactions on Robotics, Journal of Field Robotics y Autonomous Robots.



10. CÁLCULO DE CANTIDAD DE HORAS DE DEDICACIÓN (SCT-Chile)

CUADRO RESUMEN DE LA ASIGNATURA

ACTIVIDAD	Cantidad de horas de dedicación		
	Cantidad de horas por semana	Cantidad de semanas	Cantidad total de horas
PRESENCIAL			
Cátedra o Clases teóricas	2,3	17	39,1
Ayudantía/Ejercicios	0	0	0
Visitas industriales (de Campo)	0	0	0
Laboratorios / Taller	0	0	0
Evaluaciones (certámenes, otros)	0	0	0
Otras (Especificar)	0	0	0
NO PRESENCIAL			
Tareas obligatorias	14	17	238
Preparación de seminarios o exposiciones (indicar sólo si se requiere tiempo extra-aula para su preparación)	0	0	0
Estudio Personal (Individual o grupal)	0	0	0
Otras (Especificar)	0	0	0
TOTAL (HORAS RELOJ)	16,3	17	277,1
NÚMERO TOTAL DE CRÉDITOS TRANSFERIBLES			10 SCT-Chile

Elaborado : Fernando Auat Cheein	Observaciones: Revisado por César Silva, julio 2022.
Aprobado : noviembre 2016	
Fecha : noviembre 2016	