



PROGRAMA DE ASIGNATURA

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre del curso o actividad | <b>ELECTIVO: MODELOS DE MARKOV EN ROBÓTICA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Nombre del programa          | Doctorado en Ciencias de la Ingeniería mención Automática                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Descripción                  | <p><i>Código: 12503 / 12504 / 12506, Nivel: 2 o 3, Créditos SCT-Chile: 10, Tipo: Electiva, Res. Plan de Estudios: Resolución N°3618 del 15/07/25.</i></p> <p>El curso familiariza al estudiante con la teoría de modelos de Márkov en tiempo discreto y su aplicación a programación de robots para tareas de planificación de trayectorias y navegación robótica de vehículos autónomos. Los modelos de Márkov tienen en cuenta las diferentes probabilidades de ciertos estados y de todas las acciones que se pueden realizar en ellos, lo que permite al robot tomar decisiones óptimas con el fin de maximizar las recompensas a largo plazo. Los modelos de Márkov constan de cuatro componentes clave, que se verán el curso y que son: Estados (S) que representan todas las situaciones posibles en las que puede encontrarse un robot. Por ejemplo, un robot podría estar en una habitación o realizando una tarea. Acciones (A) que representan las opciones entre las que elegir: puede avanzar, girar a la izquierda o (incluso) coger un objeto y Transiciones (T) que describen cómo las acciones afectan al estado del robot. Por ejemplo, avanzar podría hacer que el robot se desplazara de una habitación a otra. El curso se orienta a entregar los fundamentos teóricos de los modelos d Márkov y su aplicación planificación de trayectorias.</p> |
| Objetivos                    | <p>1.- Comprender los fundamentos teóricos de los modelos de Markov en tiempo discreto, incluyendo sus cuatro componentes: Estados (S), Acciones (A), Transiciones (T) y Recompensas (R).</p> <p>2.- Modelar situaciones de un robot o vehículo autónomo como un conjunto discreto de estados posibles (ej. ubicación en una habitación, estado de una tarea).</p> <p>3.- Aplicar la teoría de modelos de Márkov al diseño de algoritmos de planificación de trayectorias y navegación en vehículos autónomos y robots móviles.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Contenidos                   | <p>Procesos de Poisson (4 hrs)</p> <p>Cadenas de Markov de tiempo discreto (12 hrs)</p> <p>Procesos de decisión basados en Cadenas de Markov (8 hrs)</p> <p>Aplicaciones a robotica (12 hrs)</p> <p>Cadenas de Markov Ocultas (12 hrs)</p> <p>Extensiones:</p> <p>6.1.- Planificación de trayectorias robóticas mediante modelos de Markov (4 hrs)</p> <p>6.2.- Modelos probabilísticos en robótica autónoma (4 hrs)</p> <p>6.3.- Cadena de Markov: un enfoque sencillo para comprender las secuencias (4 hrs)</p> <p>6.4.- La decisión de Markov: la clave para un comportamiento inteligente de los robots (4 hrs)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Modalidad de evaluación      | <p><b>Estrategias Metodológicas:</b> El curso se desarrolla principalmente con aprendizaje basado en proyectos de forma grupal, con entregas parciales recibiendo retroalimentación de parte del curso y profesor. Las clases de las unidades 1 a 3 son dadas por el profesor en las que se expone las materias, y luego se desarrollan ideas de proyecto. Luego se trabaja en definir los proyectos de curso de cada grupo y se intercalan actividades relativas a los proyectos con la materia de las unidades 1 a 3. Desde la mitad del curso en adelante, los alumnos presentan sus avances y van definiendo las actividades a desarrollar en el proyecto.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |



|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                      | <p><b>Evaluación:</b> Las evaluaciones formativas del curso corresponden a entregas parciales de las etapas definidas, correspondiendo a informes escritos, presentaciones orales, código y resultados de modelos matemáticos, para dar solución al proyecto escogido, tanto a nivel individual como en equipo. Durante las clases se realiza retroalimentación sobre el avance de los mini-proyectos. Las evaluaciones sumativas consisten en la presentación de los productos y resultados de las etapas del curso que serán evaluados siguiendo rúbricas asociadas a escalas numéricas.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Resultados de aprendizajes esperados | <p><b>Resultado de Aprendizaje General:</b><br/>Aplicar los fundamentos teóricos de los modelos de Markov en tiempo discreto (estados, acciones, transiciones y recompensas) al diseño de estrategias de planificación de trayectorias y navegación robótica, formulando y evaluando políticas de decisión que maximicen la recompensa esperada a largo plazo en entornos con incertidumbre.</p> <p><b>Resultados de Aprendizaje Específicos:</b><br/>1. Comprender los fundamentos teóricos de los modelos de Markov en tiempo discreto.<br/>2. Modelar el entorno y las situaciones posibles de un robot o vehículo autónomo como un espacio discreto de estados, en base a modelos de markov.<br/>3. Formular el espacio de acciones disponibles para un agente robótico y las probabilidades de transición asociadas a cada acción, incorporando la incertidumbre inherente al entorno.<br/>4. Aplicar la teoría de modelos de Markov a problemas de planificación de trayectorias, formulando políticas de decisión para la navegación de robots o vehículos autónomos.</p> |
| Bibliografía                         | <p><b>Básica:</b><br/><i>Sebastian THRUN</i>. Wolfram BURGARD. Dieter FOX. Probabilistic robotics</p> <p><b>Recomendada:</b><br/>Xiaoming Duan and Francesco Bullo. Markov Chain–Based Stochastic Strategies for Robotic Surveillance, Volume 4, 2021, <a href="https://doi.org/10.1146/annurev-control-071520-120123">https://doi.org/10.1146/annurev-control-071520-120123</a>.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |