

## PROGRAMA DE CURSO ROBÓTICA

### A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Ingeniería Civil Mecánica (DIMEC)					
Nombre del curso	Robótica	Código	ME5150	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Robotics</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal	5,5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	ME4150: Automatización y control					

### B. Propósito del curso:

El propósito de este curso es que los y las estudiantes apliquen conceptos y fundamentos básicos de la robótica como localización espacial y cinemática directa e inversa y que son necesarios para el diseño de sistemas robóticos; el objetivo es desarrollar un sistema robótico complejo. Para ello, se revisan dichos conceptos y fundamentos, para luego trabajar con herramientas de visión computacional y aprendizaje de máquinas que se integran para programar mediante diversos algoritmos, logrando un sistema robótico capaz de realizar procesamiento de imágenes y detectar patrones elementales.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE1: Concebir, formular y aplicar modelos físico-matemáticos para la resolución de problemas relacionados con el diseño de componentes, equipos y sistemas mecánicos.

CE3: Concebir y crear sistemas innovadores que den respuesta a nuevas necesidades tanto en el ámbito nacional como internacional.

CE4: Diseñar componentes, equipos y sistemas mecánicos para la industria y la generación de energía.

CE5: Construir sistemas mecánicos mediante la integración y síntesis de diferentes elementos.

CG2: Comunicación en inglés

Leer y escuchar de manera comprensiva en inglés una variedad de textos e informaciones sobre temas concretos o abstractos, comunicando experiencias y opiniones, adecuándose a diferentes contextos y a las características de la audiencia.

#### CG4: Trabajo en equipo

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

#### CG6: Innovación

Concebir ideas viables y novedosas que generen valor para resolver necesidades latentes, materializadas en productos, servicios o en mejoras a procesos dentro de un sistema u organización, considerando el contexto sociocultural y económico y los beneficios para el usuario.

### B. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1	RA1: Usa herramientas matemáticas (matrices de transformación homogéneas y de cuaterios) para la localización espacial de un sistema robótico a fin de extraer conclusiones sobre el posicionamiento, orientación y posterior movimiento del mismo, en relación a un sistema de referencias, utilizando conceptos de cinemática directa e inversa.
CE1, CE3	RA2: Programa algoritmos asociados a visión computacional para realizar un procesamiento básico de imágenes, mediante el uso de filtros, segmentación de color, detección de geometrías, entre otros
CE1, CE3	RA3: Usa conceptos de machine learning y redes neuronales para crear sistemas capaces de identificar patrones de datos, y así poder hacer predicciones o clasificaciones sobre dicho sistema, deduciendo el resultado óptimo con el cual resolver una tarea.
CE4, CE5	RA4: Construye un prototipo de sistema robótico, para dar respuesta a un problema real detectado, utilizando conceptos de robótica fundamental, visión computacional, redes neuronales, herramientas de software y de hardware.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG2	RA5: Lee, de manera comprensiva, papers en inglés, sobre conceptos y métodos de redes neuronales y visión computacional, los que utiliza para la resolución de problemas reales donde se usan este tipo de algoritmos.

CG4	RA6: Trabaja con su equipo, de manera coordinada, responsable y sin discriminar por género, para definir y construir un prototipo robótico, considerando el asumir roles, llegar a acuerdos, respetar las opiniones de sus compañeros, trabajar en torno a metas, con sus respectivos plazos.
CG6	RA7: Valida, experimentalmente, el prototipo robótico creado, sometiendo a prueba la propuesta novedosa, considerando el punto de vista del usuario, y las ventajas competitivas de la solución a fin de hacer los ajustes oportunos.

### C. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA4, RA5, RA6	Robótica fundamental	5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1. Morfología de un robot. 1.2. Sensores y actuadores del robot. 1.3. Localización espacial, Posición, orientación, transformación homogénea y aplicación de sus cuaternios. 1.4. Cinemática del robot, cinemática directa, algoritmo de Denavit Hartenberg, cinemática inversa, matriz jacobiana.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> <li>Identifica la estructura mecánica de un robot, como también los sensores y actuadores que lo conforman.</li> <li>Identifica las herramientas matemáticas necesarias para la localización espacial del robot tales como la posición y orientación considerando la aplicabilidad de matrices de transformación homogéneas y de cuaternios.</li> <li>Utiliza los conceptos de localización espacial del extremo del robot para calcular la posición y orientación del mismo mediante la variación de sus articulaciones.</li> <li>Aplica los conceptos de localización espacial del extremo del robot para que adopte una posición y orientación determinada, a través del cálculo de coordenadas.</li> <li>Coordina, con su equipo, las actividades para definir y construir un prototipo robótico, considerando criterios de responsabilidad y sin discriminar por género.</li> <li>Utiliza la lectura de textos científicos en inglés para la búsqueda y construcción de soluciones donde se usan logaritmos (redes neuronales y visión computacional).</li> </ol>	

Bibliografía de la unidad		[1, 7]	
Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA2, RA4, RA5, RA6	Visión computacional	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>2.1. Ideas de la visión de David Marr, Kevin O'Regan y otros. Conceptos sobre percepción activa - invariantes de visión y herramientas perceptuales.</p> <p>2.3. Procesamiento de imágenes. - filtrado lineal.</p> <p>2.4. Convolución, detección de bordes, suavizado de imágenes. - Scale space.</p> <p>2.5. Pirámides gaussianas y Laplacianas - Transformada SIFT.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identifica las teorías sobre la visión computacional.</li> <li>2. Utiliza conceptos de algoritmos en visión artificial para reconocer objetos, detección de movimiento y otras tareas.</li> <li>3. Lee, de manera comprensiva, papers en inglés sobre visión computacional para extraer conceptos y aplicarlos en el procesamiento de imágenes.</li> <li>4. Identifica conceptos de percepción activa, invariantes de visión y herramientas perceptuales, diferenciándolos por sus rasgos característicos.</li> <li>5. Programa algoritmos básicos de visión computacional para clasificar imágenes.</li> <li>6. Programa algoritmos para el procesamiento de imágenes, mediante filtrado lineal, segmentación de color, detección de geometrías, etc.</li> <li>7. Define, con su equipo y mediante consenso, qué tipo de prototipo construirá, a partir de una lluvia de ideas.</li> <li>8. Maneja la lectura estratégica a partir de rasgos característicos de cada texto (papers en inglés), para extraer información relevante sobre visión computacional que aplicará en el tipo de prototipo a desarrollar.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		[2, 3]	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA3, RA4, RA5, RA6, RA7	Algoritmos de robótica	6 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>3.1. Conceptos sobre aprendizaje de máquinas. Conceptos sobre metodologías de control de robots autónomos. Robótica evolutiva. Relación entre el cuerpo y el controlador de un robot. Reality GAP y simulación. Algoritmos genéticos. ALPS (<i>Age Layered Population Structure</i>). Controladores robóticos empleando redes neuronales. Redes neuronales artificiales. Conceptos sobre profundidad y entrenamiento de redes. Bases de datos. Redes neuronales profundas. Auto encoders. Redes neuronales convolucionales.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identifica algoritmos sobre aprendizaje de máquinas en ejemplos que se le presenta.</li> <li>2. Prediseña el prototipo robótico, en base a conceptos sobre algoritmos genéticos.</li> <li>3. Utiliza redes neuronales para identificar patrones en imágenes.</li> <li>4. Comprende conceptos sobre aprendizaje profundo y entrenamiento de redes utilizando bases de datos con el fin de construir un modelo predictivo para identificar imágenes mediante sus características primordiales.</li> <li>5. Programa sistemas robóticos y controladores para la creación del prototipo, usando redes neuronales profundas.</li> <li>6. Utiliza redes neuronales convolucionales para lograr el reconocimiento de imágenes atribuyéndoles una etiqueta correspondiente a la clase que pertenece.</li> <li>7. Lee, de manera comprensiva, papers en inglés sobre algoritmos de robótica para extraer conceptos y aplicarlos a ejemplos de robótica evolutiva y redes neuronales</li> <li>8. Programa algoritmos de robótica con el fin de definir variantes y observar el resultado más adaptado u óptimo de cada algoritmo en el contexto de la resolución de problemas que se presentan.</li> <li>9. Trabaja de manera coordinada, responsable y sin discriminar por género en la construcción de las primeras versiones del prototipo, considerando si dichos avances presentan mejoras respecto del prediseño original.</li> <li>10. Presenta y valida experimentalmente el prototipo robótico, considerando el punto de vista del usuario, lo novedoso y las ventajas competitivas de la solución propuesta.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		[4, 5, 6, 8]	

## E. Estrategias de enseñanza -aprendizaje:

El curso considera diversas estrategias de enseñanza:

- Clases expositivas: Se presenta la información sobre los diferentes contenidos del curso evaluando la comprensión de lo expuesto, mediante preguntas de aspectos primordiales de lo mostrado.
- Lectura de artículos realizada por los alumnos: Se desarrollan lecturas de papers en inglés sobre robótica, visión computacional y algoritmos de robótica para extraer los conceptos claves y aplicarlos en ejemplos.
- Resolución de ejercicios en tareas que se le presentan.

## F. Estrategias de evaluación:

La propuesta de evaluación es el proceso en donde los y las estudiantes deberán demostrar sus aprendizajes en las siguientes instancias:

Tipo de evaluación	Resultado de aprendizaje asociado a la evaluación
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controles</li> </ul>	Evalúa RA1, RA2, RA3, RA5
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tareas</li> </ul>	Evalúa RA1, RA2, RA3
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyecto final (se presenta el prototipo robótico con su respectiva verificación experimental).</li> </ul>	Evalúa RA4, RA5, RA6, RA7

## G. Recursos bibliográficos:

### Bibliografía obligatoria:

- [1] Siciliano, B., Khatib, O., & Kröger, T. (Eds.). (2008). Springer handbook of robotics (Vol. 200). Berlin: springer.
- [2] Thrun. S., Burgard, W., Fox, D. (2005). Probabilistic Robotics. MIT Press. (\*)
- [3] Floreano, D., Mattiussi, C. (2008): Bio-Inspired Artificial Intelligence: Theories, Methods and Technologies (Intelligent Robotics and Autonomous Agents), MIT Press, 2008.
- [4] Alpaydin, E. (2020). Introduction to machine learning. MIT press.
- [5] Pfeifer, R., Scheier, C. (2001). Understanding Intelligence. MIT Press, Cambridge Massachusetts.
- [6] Lipson, H., Kurmann, M. (2012). Fabricated: The New World of 3D Printing, John Wiley & Sons.

### Bibliografía complementaria:

- [7] Barrientos, A. (2007). Fundamentos de robótica.

[8] Mitchell, T. (1997). Machine Learning, Mac Graw-Hill International.

#### H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Otoño, 2023
Elaborado por:	Harold Valenzuela Coloma
Validado por:	Validación académico par: Rubén Fernández Validación CTD de Mecánica
Revisado por:	Área de Gestión Curricular