

PROGRAMA DE CURSO

Código	Nombre			
ME704	ROBÓTICA Y AUTOMATIZACIÓN DEL DISEÑO			
Nombre en Inglés				
Robotics and Design Automation				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
6	10	3.0	0.0	7.0
Requisitos			Carácter del Curso	
Control de Sistemas			Electivo Magister y Carrera Ing. Civil Mecánica.	
Resultados de Aprendizaje				
Al termino del curso el alumno demuestra que: • Comprende los principales tópicos de investigación y las preguntas fundamentales en robótica y automatización del diseño. • Comprende las herramientas dominantes para la automatización del diseño de robots y máquinas inteligentes. • Comprende los principios del análisis y síntesis de sistemas robóticos.				

Metodología Docente	Evaluación General
La estrategia metodológica que se desarrollará en este curso es: ✓ Clases expositivas. ✓ Lectura de artículos realizada por los alumnos. ✓ Tareas.	La propuesta de evaluación es el proceso en donde el estudiante deberá demostrar sus competencias en las siguientes instancias: • 2 Controles. • 1 Examen. • 5 Tareas. • 1 Exposición de Lectura. • 1 Proyecto final.

Unidades Temáticas

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
1	Introducción	1 semana
Contenidos	Resultado de Aprendizaje de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
1 Definiciones de robot, robótica. 2 La industria robótica mundial, tendencias y estadísticas. 3 Aplicaciones incipientes de la robótica a nivel nacional.	El alumno/a demuestra que: Conoce la importancia de la robótica tanto a nivel industrial como científico. Conoce la problemática del	3, 4, 5, 15, 16, 17

4 Preguntas fundamentales de la robótica actual. 5 Relación con biología, física, neurociencias, ciencia de la computación, ingeniería mecánica y eléctrica. 6 Problema fundamental del diseño de robots. 7 Futuro de la robótica y singularidad en la inteligencia artificial. 8 La necesidad de emplear técnicas para la automatización del diseño.	diseño de robots.	
--	-------------------	--

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
2	Simulación y Programación de Robots	3,5 semanas
Contenidos	Resultado de Aprendizaje de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
1 Importancia de la simulación en robótica. 2 Método de relajación para simulación de cinemática. 3 Métodos de impulso y partículas para simulación dinámica de sólido rígido. 4 Precisión y estabilidad numérica. 5 Herramientas de software libre disponibles. 6 Simulación de robots empleando <i>Open Dynamics Engine (ODE)</i>, <i>Bullet</i>, etc. 7 Simulación de robots blandos empleando <i>PhysX</i> y otros. 8 Revisión de sensores y actuadores robóticos. 9 Percepción activa. 9 Herramientas de visión computacional. 10 Ciclo sensa planea y actúa. 11 Sistemas de tiempo real. 12 Control basado en comportamientos. 13 Otros métodos de control.	El alumno/a demuestra que: Conoce las herramientas dominantes en la simulación y programación de robots. Conoce herramientas prácticas de control.	4, 5, 13, 16

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
3	Herramientas de búsqueda	3,5 semanas
Contenidos	Resultado de Aprendizaje de la	Referencias a

	Unidad	la Bibliografía
1 Problemas de optimización en robótica, caracterización de espacios de búsqueda. <i>Deceptive landscapes</i>. Complejidad polinomial y fractal. 2 <i>Fitness space</i>. 3 Limitaciones del método del gradiente y en la observabilidad de la función objetivo. 4 Métodos para la estimación del gradiente. 5 Algoritmos Genéticos (GA), motivación. 6 Estructura y mecánica de un GA. 7 <i>Hill Climber</i>. 8 <i>Building blocks</i>. 9 Mecanismos de selección, combinación y mutación. 10 Sistemas co-evolutivos. 11 Simbiosis y simbiogénesis. 12 Patologías en GAs. 13 Convergencia prematura. <i>Over fitting</i>. <i>No free lunch</i>. 14 Regularización y <i>early stopping</i>. 15 Programación genética (GP). 16 Regresión simbólica (SR). 17 Ingeniería reversa de sistemas dinámicos. 18 <i>Age-Layered Population Structure</i> (ALPS). 19 ALPS de régimen permanente.	Conoce las principales herramientas de optimización empleadas para la síntesis de sistemas robóticos.	6, 7, 11, 12

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
4	Herramientas de representación	3,5 semana
Contenidos	Resultado de Aprendizaje de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
1 Problema de representación. 2 Redes neuronales <i>feed-forward</i> y recurrentes. 3 Entrenamiento y evolución de redes neuronales. 4 <i>Backpropagation</i>, <i>Hebbian Learning</i>, <i>Reinforcement Learning</i>. 5 <i>Generative and Developmental Systems</i>. 6 <i>Artificial embryogeny</i>. 7 <i>NeuroEvolution and Augmenting Topologies</i> (NEAT).	El alumno/a demuestra que: Conoce el estado del arte en herramientas de representación de controladores robóticos.	8, 9, 10, 11

8 <i>HyperNEAT & Novelty Search</i> . 9 <i>Compositional Pattern Producing Networks (CPPNs)</i> . 10 <i>Complexification in Nature</i> . 11. Principios de regularidad y modularidad. 12. Network Motifs. 13. <i>Echo State Networks (ESN)</i> .		
---	--	--

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
5	Síntesis de sistemas robóticos	3,5 semanas
Contenidos	Resultado de Aprendizaje de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
1 <i>Real building blocks</i> . 2 Diseño modular automatizado. 3 Prototipado rápido de robots. 4 <i>Solid free form fabrication</i> . 5 <i>Digital fabrication</i> . 6 <i>Freeform mechanical design</i> . 7 <i>Amorphous and soft machines</i> . 8 <i>Self Assembly</i> . 9 <i>Stochastic Modular Assembly</i> . 10 <i>Stochastic Modular Robotics</i> . 11 <i>Evolutionary Robotics and Evolutionary Hardware</i> . 12 <i>Body Brain Co-Evolution</i> . 13 <i>Principles of Embodiment</i> . 14 <i>Biologically inspired robotics</i> . 15 <i>Morphological Computation</i> . 16 <i>Central Pattern Generators and Dynamical Attractors</i> . 17 <i>Self-Modeling and Self-Reflective Machines</i> . 18 <i>Modular Self-Reconfigurable Robotics</i> . 19 <i>Programmable Matter</i> .	El alumno/a demuestra que: Conoce los principales tópicos de la síntesis de sistemas robóticos.	5, 12, 13, 17

Bibliografía General
1. A. Anderson.: An Introduction to Neural Networks, MIT Press, 1995. 2. C.M. Bishop.: Neural Networks for Pattern Recognition, Oxford University Press, USA, 1996. 3. R.A. Brooks.: Flesh and Machines, Pantheon Books, New York, NY, 2002. 4. R.A. Brooks.: Cambrian Intelligence: The Early History of the New AI, MIT Press, 1999. 5. D. Floreano, C. Mattiussi.: Bio-Inspired Artificial Intelligence: Theories, Methods and Technologies (Intelligent Robotics and Autonomous Agents), MIT Press, 2008. 6. D.E. Goldberg.: Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning. Addison-Wesley Pub. Co. 1989. 7. D.E. Goldberg.: The design of Innovation: Lessons from and for Competent Genetic

- Algorithms. Boston, MA: Kluwer Academic Publishers, 2002.
8. K. Gurney.: An Introduction to Neural Networks, CRC Press, 1997.
 9. S. Haykin.: Neural Networks: A Comprehensive Foundation, Prentice Hall, 1994.
 10. S. Haykin.: Neural Networks and Learning Machines, Prentice Hall, 2008.
 11. T. Mitchell.: Machine Learning, Macgraw-Hill International, 1997.
 12. S. Nolfi, D. Floreano.: Evolutionary Robotics, The Biology Intelligence and Technology of Self-Organizing Machines. 2000.
 13. R. Pfeifer, J.C. Bongard.: How the Body Shapes the Way We Think: A New View of Intelligence, MIT Press, 2006.
 14. R. Pfeifer, C. Scheier .: Understanding Intelligence. MIT Press, Cambridge Massachusetts. 2001.
 15. S. Russell.: Artificial Intelligence: A Modern Approach, Prentice Hall, 2009.
 16. S. Thrun, W. Burgard, D. Fox.: Probabilistic Robotics (Intelligent Robotics and Autonomous Agents), MIT Press, 2005.
 17. F.J. Varela, E. Thompson, E. Rosch.: The Embodied Mind: Cognitive Science and Human Experience. MIT Press, Cambridge Massachusetts. 1992.

Vigencia desde:	12-07-2010
Elaborado por:	Juan Cristóbal Zagal
Revisado por:	Ramón Frederick Área de Desarrollo Docente ADD