

PROGRAMA DE CURSO INTELIGENCIA COMPUTACIONAL

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Ingeniería Eléctrica (DIE)					
Nombre del curso	Inteligencia computacional	Código	EL4106	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Computational Intelligence</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal	5,5
Carácter del curso	Electivo Núcleo línea de especialización					
Requisitos	EL3203: Análisis de señales, EL3204: Análisis de sistemas dinámicos y estimación					

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que el estudiantado comprenda, diseñe, aplique y evalúe técnicas de inteligencia artificial en la solución de problemas, asociados a la ingeniería eléctrica, de clasificación de patrones, regresión, predicción y clustering.

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

CE2: Concebir y aplicar conocimientos de ciencias físicas y matemáticas para el desarrollo de soluciones tecnológicas a problemáticas de la Ingeniería Eléctrica y áreas afines.

CE3: Analizar, usar experimentos e interpretar sus resultados para la verificación y validación de desarrollos tecnológicos.

CE5: Resolver problemas y optimizar soluciones en el ámbito de la Ingeniería Eléctrica utilizando conceptos, enfoques y metodologías apropiadas.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG3: Compromiso ético

Actuar de manera responsable y honesta, dando cuenta en forma crítica de sus propias acciones y sus consecuencias, en el marco del respeto hacia la dignidad de las personas y el cuidado del medio social, cultural y natural.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE2	RA1: Comprende y explica qué es la inteligencia artificial, cuáles son sus aplicaciones, limitaciones, considerando diversas visiones sobre esta tecnología respecto de su definición y caracterización.
CE2, CE3	RA2: Aplica y evalúa algoritmos de inteligencia artificial aplicables a problemas de clasificación de patrones, clustering, regresión y predicción de series de tiempo, considerando el uso y análisis de bases de datos.
CE2, CE5	RA3: Utiliza y desarrolla métodos basados en inteligencia artificial para resolver problemas de clasificación de patrones, clustering, regresión y predicción, considerando diversas métricas para su evaluación.
	RA4: Usa e implementa algoritmos de inteligencia artificial, considerando el uso y análisis de bases de datos, el manejo de diversos métodos basados en inteligencia artificial, así como medidas de desempeño según un modelo base para proponer soluciones a problemas.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA5: Expone en forma oral o escrita los resultados de la implementación de algoritmos de inteligencia artificial, donde reporta la técnica que va a usar, cómo abordará el problema, el tipo de solución obtenida, la comparación de resultados con un modelo base, considerando claridad y precisión conceptual en la elaboración y desarrollo de sus ideas.
CG3	RA6: Discute sobre las implicancias éticas y sociales de la inteligencia artificial, reflexionando sobre esta, en cuanto a su utilidad o beneficio como desarrollo tecnológico para la sociedad.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA6	Principios de inteligencia artificial	1 semana
Contenidos		Indicador de logro	
1.1. Definición inteligencia artificial: Adaptación, Aprendizaje, Auto-organización y Evolución: Fundamentos de redes neuronales. 1.2. Definición de aprendizaje de máquinas e inteligencia computacional. 1.3. Aprendizaje supervisado; aprendizaje reforzado; aprendizaje no supervisado; aprendizaje semi supervisado. 1.4. Clasificación de patrones, clustering, regresión y predicción. 1.5. Aplicaciones a robótica, ingeniería biomédica, minería de datos, análisis de imágenes, control automático, sistemas de energía y sistemas de comunicación. 1.6. Limitaciones de la inteligencia artificial actual. 1.7. Ética en inteligencia artificial.		El/la estudiante: 1. Comprende y explica qué es la inteligencia artificial, considerando las diversas visiones sobre esta tecnología, sus posibles aplicaciones, limitaciones entre otros. 2. Identifica y describe, a nivel conceptual, distintos tipos de aprendizaje de máquinas. 3. Discute reflexivamente sobre las implicancias o consecuencias sociales y éticas de la inteligencia artificial, en cuanto a su utilidad o beneficio como desarrollo tecnológico.	
Bibliografía de la unidad		[1] Cap. 1 [2] Cap. 1-2	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA2, RA3, RA4	Clasificación	5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1. Elementos básicos de clasificación: Reconocimiento de Patrones, Aprendizaje en base a ejemplos, Conjuntos de entrenamiento, validación y prueba. 2.2. Clasificación Bayesiana y Estimación de Máxima Verosimilitud. 2.3. Clasificadores lineales. 2.4. Máquinas de Soporte Vectorial. 2.5. Perceptrón Multicapa (MLP). 2.6. Funciones de activación en capas ocultas (Ej. ReLu, tangente hiperbólica) y de salida (Ej. <i>Softmax</i> , <i>sigmoidea</i>). 2.7. Algoritmo descenso por gradiente y		El/la estudiante: 1. Aplica, construye y evalúa clasificadores orientados a la resolución de problemas de reconocimiento de patrones y análisis de datos. 2. Usa e implementa algoritmos de clasificación de patrones, considerando bases de datos, funciones de costo, medidas de desempeño y modelos asociados.	

<p>algoritmos de retropropagación del error.</p> <p>2.8. Funciones de costo: error cuadrático medio, <i>cross – entropy</i>.</p> <p>2.9. Entrenamiento online, y tipo Batch.</p> <p>2.10. Árboles de Decisión.</p> <p>2.11. Bootstrap, Random Forests.</p> <p>2.12. Boosting.</p> <p>2.13. Pre-procesamiento de datos, extracción y selección de características.</p> <p>2.14. Medidas de desempeño: Error cuadrático normalizado, curvas ROC, curvas de precision – recall, F1 –score, matrices de confusión, etc.</p> <p>2.15. Generalización y <i>overfitting</i>.</p> <p>2.16. Aplicaciones a problemas de reconocimiento de patrones.</p>	
Bibliografía de la unidad	<p>[1] Cap. 2-7, 15</p> <p>[2] Cap. 1-2-5-6-8</p> <p>[3] Cap. 5</p> <p>[7] Cap. 7-12, 15</p> <p>[8] Cap. 1-2</p>

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA2, RA3, RA4, RA5	Deep Learning	6 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>3.1. Redes neuronales convolucionales.</p> <p>3.2. Filtros convolucionales y pooling. Funciones de activación, mapas de características (<i>Feature maps</i>).</p> <p>3.3. Arquitecturas de redes neuronales convolucionales.</p> <p>3.4. Redes neuronales residuales.</p> <p>3.5. Métodos de optimización: Adam.</p> <p>3.6. Batch normalization, dropout y otros mecanismos de entrenamiento.</p> <p>3.7. Autoencoders con redes convolucionales.</p> <p>3.8. Redes neuronales recurrentes: LSTM y GRU.</p> <p>3.9. Aplicaciones: Clasificación de imágenes, Detección de Objetos en Imágenes y Predicción de series de tiempo.</p>		<p>El /la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aplica, construye y evalúa redes neuronales profundas orientadas a la resolución de problemas de reconocimiento de patrones y análisis de datos. 2. Usa e implementa algoritmos de aprendizaje profundo (<i>Deep Learning</i>), considerando distintas arquitecturas de redes, datos, funciones de costo y medidas de desempeño. 3. Utiliza modelos redes convolucionales, recurrentes y autoencoders, considerando diversos algoritmos de aprendizaje, bases de datos. 	
Bibliografía de la unidad		<p>[3] Cap. 6-12, 14</p>	

[8] Cap. 3-4,7,8,10

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA2, RA3, RA4, RA5	Clustering	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1. Fundamentos de clustering: cuantización vectorial, medidas de similitud. 4.2. Método K-means. 4.3. Clustering aglomerativo y DBSCAN. 4.4. Mapas Auto-organizativos de Kohonen. 4.5. Medidas de validación. 4.6. PCA y Kernel PCA. 4.7. Algoritmos de visualización: t-SNE, UMAP. 4.8. Aplicaciones.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> 1. Aplica y evalúa métodos de clustering orientados a la resolución de problemas de reconocimiento de patrones y análisis de datos. 2. Usa e implementa algoritmos de clustering, considerando distintos modelos, bases de datos, funciones de costo y medidas de desempeño. 3. Utiliza algoritmos de visualización de datos para proyectarlos en 2D o 3D. 	
Bibliografía de la unidad		[1] Cap. 8-9 [2] Cap. 10 [5] Cap. 3-5 [7] Cap. 13-14	

E. Estrategias de enseñanza -aprendizaje:

El curso considera las siguientes estrategias:

- Clases expositivas: donde se presenta y trabaja en conceptos claves de la inteligencia artificial y sus aplicaciones.
- Resolución de problemas, mediante el uso e implementación de algoritmos de inteligencia artificial aplicados a diferentes ejemplos.
- Aprendizaje basado en proyecto: durante el semestre se desarrollará un proyecto donde se resuelve un problema de inteligencia artificial, considerando el análisis de bases de datos, la implementación de algoritmos, el proponer una solución y comparar los resultados con un modelo base.

F. Estrategias de evaluación:

El curso considera distintas instancias de evaluación tales como:

- **Tareas computaciones** que incluyen el uso e implementación de algoritmos de inteligencia artificial.
- **Desarrollo de un proyecto:** este considera el uso e implementación de algoritmos de inteligencia artificial aplicados a un tema en el que se trabaja en el semestre con su respectivo informe y presentación oral. Se busca que los y las estudiantes reporten, ya sea en una presentación

preliminar en donde explican, con claridad y precisión técnica, los pasos a realizar, los objetivos de su propuesta, la propuesta de solución y resultados esperados y resultados preliminares y/o en un informe y exposición final donde explican cuál fue el trabajo realizado, la descripción de la solución, los resultados obtenidos y su análisis, y conclusiones.

Al inicio de cada semestre, el cuerpo académico informará sobre los tipos de evaluación, la cantidad y las ponderaciones correspondientes.

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía básica:

- [1] HAYKIN, S. (2009). *Neural Networks and Learning Machines*, 3rd edition, Pearson.
- [2] DUDA, R.O, HART, P.E., STORK, D.G. (2001). *Pattern Classification*. Wiley, Segunda Edición.
- [3] GOODFELLOW, I., BENGIO, Y., COURVILLE, A. (2016). *Deep learning*. MIT PRESS, 2016.
<https://www.deeplearningbook.org/>

Bibliografía complementaria:

- [4] BISHOP, C.M. (2006). *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer.
- [5] KOHONEN, T. (1995). *Self-organizing Maps*. Springer.
- [6] PRINCIPE, J.C., EULIANO, N.R., CURT LEFEBVRE, W. (2000) *Neural and Adaptive Systems*. Wiley.
- [7] HASTIE, T., TIBSHIRANI, R., FRIEDMANN, J. (2008) *The Elements of Statistical Learning*, Second Edition, Springer.
- [8] AGGARWAL, C.C. (2018). *Neural Networks and Deep Learning*, Springer.

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

Vigencia desde:	Primavera, 2022
Elaborado por:	Pablo Estévez, Javier Ruiz del Solar
Validado por:	Validación académicos pares: Martin Adams, Claudio Pérez Validación CTD ampliado de Eléctrica
Revisado por:	Área de Gestión Curricular