



UNIVERSIDAD
esan

Sílabo del curso

Sistemas Integrados de Información

Agosto – Diciembre - 2022

VII Ciclo

MSc. Ballon Alvarez Joseph

I. Datos generales del curso

Nombre del curso:	Sistemas Integrados de Información		
Prerrequisito:	Ingeniería de Software	Código:	
Precedente:		Semestre:	2022-2
Créditos:	5	Ciclo:	VII
Horas semanales:	4 horas	Modalidad del curso:	Presencial - Sincrónico
Tipo de curso y carrera(s)	Curso obligatorio: Ingeniería de Sistemas	Coordinador del curso:	Ballon Alvarez, Joseph jballon@esan.edu.pe

II. Sumilla

El curso contempla en estudio para el diseño basado en conocimiento, Diseño de Sistemas Inteligentes para aprendizaje, inferencia y toma de decisiones. Fundamentos de Inteligencia Artificial, Redes Neuronales (RNA), Algoritmo Genético, y su aplicación en la resolución de problemas en la industria y servicios inteligentes.

III. Objetivos del curso

El objetivo del curso es facilitar al alumno la comprensión de conceptos, teorías y técnicas de inteligencia artificial y su aplicación a problemas reales. Igualmente busca promover el desarrollo de competencias necesarias para desarrollar aplicaciones usando redes neuronales artificiales y algoritmos genéticos.

IV. Resultados de aprendizaje

Al finalizar el curso, el alumno:

- Comprende las redes neuronales artificiales.
- Comprende los métodos de búsqueda para la configuración de redes neuronales artificiales.
- La capacidad de conducir estudios de problemas complejos de ingeniería usando conocimientos basados en la investigación y métodos de investigación incluyendo el diseño y la conducción de experimentos, el análisis y la interpretación de información, y la síntesis de información para producir conclusiones válidas.
- La capacidad de aplicar conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería en la solución de problemas complejos de ingeniería.
- Comprende el entrenamiento (aprendizaje) del *perceptron* multicapa (MLP).
- Diseña e implementa el algoritmo de búsqueda exhaustiva.
- La capacidad de diseñar soluciones para problemas complejos de ingeniería y diseñar sistemas, componentes o procesos para satisfacer necesidades deseadas dentro de restricciones realistas en los aspectos de salud pública y seguridad, cultural, social, económico y ambiental.

- La capacidad de identificar, formular, buscar información y analizar problemas complejos de ingeniería para llegar a conclusiones fundamentadas usando principios básicos de matemáticas, ciencias naturales y ciencias de la ingeniería.
- Diseña e implementa algoritmos genéticos.
- Proyecta (diseña e implementa) un modelo híbrido basado en redes neuronales artificiales y el algoritmo de búsqueda exhaustiva.
- La capacidad de comprender y evaluar el impacto de las soluciones a problemas complejos de ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social.
- La capacidad de desenvolverse eficazmente como individuo, como miembro o líder de equipos diversos.
- Proyecta (diseña e implementa) un modelo híbrido basado en redes neuronales artificiales y algoritmos genéticos.
- Usa variables endógenas y exógenas (explicativas).
- El reconocimiento de la necesidad del aprendizaje permanente y la capacidad para encararlo en el más amplio contexto de los cambios tecnológicos.
- La capacidad de crear, seleccionar y utilizar técnicas, habilidades, recursos y herramientas modernas de la ingeniería y las tecnologías de la información, incluyendo la predicción y el modelamiento, con la comprensión de sus limitaciones.

V. Metodología

La metodología del curso enfatiza la participación activa del estudiante y el uso de diversos métodos y técnicas. El profesor asume el rol de facilitador del aprendizaje. Se combina la exposición didáctica, las mismas que se manejarán en forma dinámica e interactiva con los alumnos, relacionando cada uno de los conceptos teóricos con casos prácticos.

Se generarán grupos de trabajo, para el desarrollo de un proyecto real de inteligencia artificial, teniendo como objetivo la internalización de cada uno de los conceptos vertidos en clase en términos prácticos.

Las lecturas de *papers* (artículos científicos publicados en revistas indizadas) son indispensables. Antes de cada clase el participante debe leer del texto recomendado, el tema que va a ser tratado de modo que pueda estar preparado para los controles de lectura según sea el caso.

Asimismo, se aplicarán casos de estudio durante el desarrollo del curso con la finalidad de que los participantes resuelvan y presenten soluciones de acuerdo al esquema metodológico asignado por el profesor del curso.

Los participantes deben preparar y presentar sus casos de estudio y el trabajo integrador en el formato que le sea más conveniente para el alumno, con sus respectivos soportes y resultados, se propiciara la discusión de grupos y la participación activa del alumno.

Durante el proceso de desarrollo de las sesiones los participantes tendrán la oportunidad de aclarar y sostener, cualquiera de los instrumentos conceptuales, para la aplicación de su proyecto final.

Durante el curso se instruirá en el uso del software MATrix LABoratory (MATLAB) y el lenguaje de programación Python para el desarrollo de la asignatura.

VI. Evaluación

El sistema de evaluación es permanente e integral y tiene como propósito promover el aprendizaje del alumno. Se evalúan las actividades de aprendizaje a lo largo del curso tales como: participación, comprensión de lecturas, casos prácticos, trabajos de investigación. Se evalúa también los conocimientos logrados a la mitad y al final del ciclo a través de un examen parcial y

uno final. La nota de la asignatura se obtiene promediando la evaluación permanente (40%), el examen parcial (30%) y el examen final (30%).

La evaluación permanente resulta del promedio ponderado de las evaluaciones que corresponden al seguimiento del proceso de aprendizaje del alumno: Controles de lectura / Prácticas calificadas / Prácticas de laboratorio / Exposiciones / Trabajo de investigación / Participación en clases. El promedio de estas calificaciones proporciona la nota correspondiente.

Las ponderaciones al interior de la evaluación permanente se describen en el cuadro siguiente:

PROMEDIO DE EVALUACIÓN PERMANENTE (PEP) 40%		
Tipo de evaluación	Descripción	Ponderación %
Controles de lectura	Tres (3) artículos de investigación	15%
Prácticas calificadas	Dos (2) prácticas calificadas Ninguna se elimina	30%
Práctica de laboratorio	Una (1) prácticas de laboratorio	10%
Trabajo de Investigación ¹	Trabajos escritos (40%) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Entrega 1 (20%) ▪ Entrega 2 (30%) ▪ Entrega Final (50%) Exposiciones (60%) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Exposición Grupal (30%) ▪ Exposición Individual (70%) 	30%
Participación en clases	Participación en clase y micro proyecto ² .	15%

¹ El registro de la nota, está sujeto a:

- La entrega del informe, redactado en Latex y formato IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*).
- Subir la aplicación a la nube (generar un URL y QR).

² Entrega y exposición de una aplicación basado en redes neurales artificiales y búsqueda exhaustiva.

El promedio final (PF) se obtiene del siguiente modo:

$$\boxed{PF = (0,3 \times EP) + (0,4 \times PEP) + (0,3 \times EF)}$$

Dónde:

- | | |
|------------|---------------------------------------|
| PF | = Promedio Final |
| EP | = Examen Parcial |
| PEP | = Promedio de evaluación permanente y |
| EF | = Examen Final |

VII. Contenido programado del curso

SEMANA	CONTENIDOS	ACTIVIDADES / EVALUACIÓN
UNIDAD DE APRENDIZAJE I: INTRODUCCIÓN A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL, ESPACIOS DE BÚSQUEDA Y COMPLEJIDAD COMPUTACIONAL.		
RESULTADOS DE APRENDIZAJE:		
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comprende las redes neuronales artificiales. ▪ Comprende los métodos de búsqueda para la configuración de redes neuronales artificiales. ▪ La capacidad de conducir estudios de problemas complejos de ingeniería usando conocimientos basados en la investigación y métodos de investigación incluyendo el diseño y la conducción de experimentos, el análisis y la interpretación de información, y la síntesis de información para producir conclusiones válidas. ▪ La capacidad de aplicar conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería en la solución de problemas complejos de ingeniería. 	
1° Del 27 de agosto al 2 de setiembre	<p>INTRODUCCIÓN A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA)</p> <p>1.1. Definición de Inteligencia Artificial. 1.2. Historia de la IA. 1.3. Aplicaciones de IA en los negocios. 1.4. Introducción a los comandos del Software Matlab 1.</p> <p>Attaway. Matlab. A practical approach. Cap. 1 Págs. 20-33.</p> <p>Russell/Norving. Artificial Intelligence. A modern approach. Cap.1 Págs. 1-16.</p>	<p>Presentación de la Metodología del curso.</p> <p>Revisión de guía (pautas) para el desarrollo del trabajo de investigación.</p> <p>Revisión de la Guía para presentación de trabajos escritos en la Universidad ESAN (normas APA).</p> <p>Revisión de la guía de presentaciones efectivas.</p>
2° Del 3 al 9 de septiembre	<p>ESPACIOS DE BÚSQUEDA</p> <p>2.1. Introducción. 2.2. Búsqueda exhaustiva. 2.3. Algoritmo <i>hill climbing</i>. 2.4. <i>Simulated annealing</i> 2.5. Algoritmos genéticos (AG)</p> <p>Sivanandam/Deepa. Introduction to genetic algorithms. Cap.2 Págs. 1-12 y 24-25.</p>	Ejecución de comandos del Software Matlab.
3° Del 10 al 16 de setiembre	<p>REDES NEURONALES ARTIFICIALES I</p> <p>3.1. Introducción. 3.2. Redes Neuronales Artificiales (RNA). 3.3. Neurona biológica y neurona artificial (<i>perceptron</i>). 3.4. Funciones de activación. 3.5. Estructuras de redes neuronales. 3.6. Entrenamiento supervisado. 3.7. Introducción a los comandos del Software Matlab 2.</p>	<p>Control de lectura 1</p> <p>Houari/Zegaoui/Abdallaoui. Prediction of air temperature using Multi-layer perceptrons with Levenberg-Marquardt training algorithm.</p> <p>Modelo matemático de la neurona artificial</p>

	<p>Attaway. Matlab. A practical approach. Cap. 2 Págs. 41-66 y Cap. 3 Págs. 79-98.</p> <p>Haykin. Neural networks and Learning Machines. 3ra. Ed. Cap.1 Págs. 47-50.</p> <p>Russell/Norving. Artificial Intelligence. A modern approach. Cap.5 Págs. 695-697 y 727-736.</p>	(perceptron).
--	---	---------------

UNIDAD DE APRENDIZAJE II: REDES NEURONALES ARTIFICIALES (RNA) Y ALGORITMOS DE BÚSQUEDA.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE:

- Comprende el entrenamiento (aprendizaje) del *perceptron* multicapas (MLP).
- Diseña e implementa el algoritmo de búsqueda exhaustiva.
- La capacidad de diseñar soluciones para problemas complejos de ingeniería y diseñar sistemas, componentes o procesos para satisfacer necesidades deseadas dentro de restricciones realistas en los aspectos de salud pública y seguridad, cultural, social, económico y ambiental.
- La capacidad de identificar, formular, buscar información y analizar problemas complejos de ingeniería para llegar a conclusiones fundamentadas usando principios básicos de matemáticas, ciencias naturales y ciencias de la ingeniería.

4° Del 17 al 23 de septiembre	REDES NEURONALES ARTIFICIALES II <p>4.1. <i>Perceptron</i> multicapas (MLP).</p> <p>4.2. Etapas del diseño de una red neuronal:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Entrenamiento (<i>training</i>) ▪ Validación (<i>validation</i>) ▪ Prueba (<i>test or recall</i>). <p>4.3. Métricas para medir el desempeño de las RNA:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Mean absolute percentage error</i> (MAPE) ▪ <i>Root mean squared error</i> (RMSE). <p>4.4. Aplicación de RNA en series temporales.</p> <p>Haykin. Neural networks and Learning Machines. 3ra. Ed. Cap.4 Págs. 122-129.</p> <p>Silva/Spatti/Flauzino. Redes Neurais Artificiais para engenharia e ciências aplicadas. Fundamentos Teóricos e Aspectos Práticos. Cap.5 Págs. 91-108.</p>	Práctica de Laboratorio 1 Desde 1.1 hasta el 3.6 (Entrenamiento supervisado). Simulación de un script de aprendizaje del <i>perceptron</i> multicapas (MLP). Implementación de métricas para medir el desempeño de RNA. Modelo matemático del <i>perceptron multicapas</i> (MLP).
5° Del 24 al 30 de septiembre	REDES NEURONALES ARTIFICIALES III <p>5.1. Entradas de las RNA.</p> <p>5.2. Espacios de búsqueda en RNA.</p> <p>5.3. Complejidad computacional de las RNA.</p> <p>5.4. Métodos de normalización de datos.</p> <p>Silva/Spatti/Flauzino. Redes Neurais Artificiais para engenharia e ciências aplicadas. Fundamentos Teóricos e Aspectos Práticos. Cap.5 Págs. 120-146.</p>	Primer avance del trabajo de investigación Fecha: Primera sesión de la semana (Documento físico) y en el aula virtual el documento digital hasta las 22:00 horas.
6° Del 01 al 07 de octubre	ALGORITMO DE BÚSQUEDA EXHAUSTIVA I <p>6.1. Introducción.</p> <p>6.2. Diseño de un problema de minimización.</p> <p>Haykin. Neural networks and Learning Machines. 3ra. Ed. Cap.4 Págs. 122-129.</p> <p>Silva/Spatti/Flauzino. Redes Neurais Artificiais para engenharia e ciências aplicadas. Fundamentos Teóricos e Aspectos Práticos. Cap.5 Págs. 91-108.</p>	Práctica Calificada 1 Desde 1.1 hasta el 5.4 (Métodos de normalización de datos).

7° Del 08 al 14 de octubre	ALGORITMO DE BÚSQUEDA EXHAUSTIVA II 7.1. Implementación del algoritmo de búsqueda exhaustiva. Attaway. Matlab. A practical approach. Cap. 4 Págs. 109-129.	Simulación del algoritmo de búsqueda exhaustiva.		
8° Del 15 al 21 de Octubre	EXÁMENES PARCIALES			
UNIDAD DE APRENDIZAJE III: ALGORITMOS GENÉTICOS, MODELOS HÍBRIDOS BASADOS EN REDES NEURONALES ARTIFICIALES Y ALGORITMO DE BÚSQUEDA EXHAUSTIVA				
RESULTADOS DE APRENDIZAJE: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Diseña e implementa algoritmos genéticos. ▪ Proyecta (diseña e implementa) un modelo híbrido basado en redes neuronales artificiales y el algoritmo de búsqueda exhaustiva. ▪ La capacidad de comprender y evaluar el impacto de las soluciones a problemas complejos de ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social. ▪ La capacidad de desenvolverse eficazmente como individuo, como miembro o líder de equipos diversos. 				
9° Del 22 al 28 de octubre	ALGORITMOS GENÉTICOS I 9.1. Introducción 9.2. Inicialización (<i>initialization</i>) 9.3. Selección (<i>selection</i>). 9.4. Cruce (<i>crossover</i>).	Control de lectura 2 Amin/Moein/Morteza. Stock market index prediction using artificial neural network.		
10° Del 24 de octubre al 29 de octubre	ALGORITMOS GENÉTICOS II 10.1. Mutación (<i>mutation</i>) 10.2. Terminación (<i>termination</i>) 10.3. Número de generaciones 10.4. Número de experimentos	2 Micro proyecto: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Entrega del informe ▪ Exposición 		
11° Del 29 de octubre al 04 de noviembre	MODELO HÍBRIDO BASADO EN REDES NEURONALES Y ALGORITMO DE BÚSQUEDA EXHAUSTIVA 11.1. Identificación de las entradas de las RNA. 11.2. Codificación de las entradas de las RNA. 11.3. Diseño e implementación del modelo híbrido (RNA y algoritmo de búsqueda exhaustiva). 11.4. Diseño e implementación del modelo híbrido (RNA y algoritmo de búsqueda exhaustiva). 11.5. Prueba (<i>test or recall</i>) del modelo híbrido: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pesos (<i>weight</i>). ▪ <i>Bias</i>. 	Segundo avance del trabajo de investigación Fecha: Primera sesión de la semana (Documento físico) y en el aula virtual el documento digital hasta las 22:00 horas. Simulación de un modelo híbrido basado en redes neuronales artificiales y algoritmo de búsqueda		

	<p>Haykin. Neural networks and Learning Machines. 3ra. Ed. Cap.4 Págs. 122-129 y 164-166.</p> <p>Silva/Spatti/Flauzino. Redes Neurais Artificiais para engenharia e ciências aplicadas. Fundamentos Teóricos e Aspectos Práticos. Cap.5 Págs. 91-108.</p>	exhaustiva.
--	---	-------------

UNIDAD DE APRENDIZAJE IV: MODELOS HÍBRIDOS BASADOS EN REDES NEURONALES ARTIFICIALES Y ALGORITMOS GENÉTICOS.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE:

- Proyecta (diseña e implementa) un modelo híbrido basado en redes neuronales artificiales y algoritmos genéticos.
- Usa variables endógenas y exógenas (explicativas).
- El reconocimiento de la necesidad del aprendizaje permanente y la capacidad para encararlo en el más amplio contexto de los cambios tecnológicos.
- La capacidad de crear, seleccionar y utilizar técnicas, habilidades, recursos y herramientas modernas de la ingeniería y las tecnologías de la información, incluyendo la predicción y el modelamiento, con la comprensión de sus limitaciones.

12° Del 12 al 18 de noviembre	<p>MODELO HÍBRIDO BASADO EN REDES NEURONALES Y ALGORITMOS GENÉTICOS I</p> <p>12.1. Identificación de las entradas de las RNA. 12.2. Codificación de las entradas de las RNA. 12.3. Codificación de las variables exógenas. 12.4. Diseño e implementación del modelo híbrido (redes neuronales artificiales y algoritmos genéticos).</p> <hr/> <p>Haykin. Neural networks and Learning Machines. 3ra. Ed. Cap.4 Págs. 122-129.</p> <p>Silva/Spatti/Flauzino. Redes Neurais Artificiais para engenharia e ciências aplicadas. Fundamentos Teóricos e Aspectos Práticos. Cap.5 Págs. 91-108.</p> <p>Sivanandam/Deepa. Introduction to genetic algorithms. Cap.3 Págs. 39-60.</p> <p>Ticona/Leite/Vellasco. Hybrid Model Based on Genetic Algorithms and Neural Networks to Forecast Tax Collection: Application using endogenous and exogenous variables. Págs. 1-4.</p>	Control de lectura 3 Ticona/Leite/Vellasco. Hybrid Model Based on Genetic Algorithms and Neural Networks to Forecast Tax Collection: Application using endogenous and exogenous variables.
13° Del 19 al 25 de noviembre	<p>MODELO HÍBRIDO BASADO EN REDES NEURONALES Y ALGORITMOS GENÉTICOS II</p> <p>13.1. Inicialización (<i>initialization</i>) del AG. 13.2. Selección (<i>selection</i>) del AG. 13.3. Cruce (<i>crossover</i>) del AG. 13.4. Mutación (<i>mutation</i>) del AG. 13.5. A Entrenamiento (<i>treining</i>) de la RNA.</p> <hr/> <p>Sivanandam/Deepa. Introduction to genetic algorithms. Cap.3 Págs. 39-60.</p> <p>Attaway. Matlab. A practical approach. Cap. 3 Págs. 79-98 y Cap. 4 Págs. 109-129.</p>	Práctica Calificada 2 Desde 6.1 hasta el 12.4 (Diseño e implementación del modelo híbrido).

14° Del 26 de noviembre al 02 de diciembre	MODELO HÍBRIDO BASADO EN REDES NEURONALES Y ALGORITMOS GENÉTICOS III 14.1. Prueba (<i>test or recall</i>) del modelo híbrido: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pesos (<i>weight</i>). ▪ <i>Bias</i>. Haykin. Neural networks and Learning Machines. 3ra. Ed. Cap.4 Págs. 122-129 y 164-166. Avishek/Prakash, Practical Time Series Analysis: Master Time Series Data Processing, Visualization, and Modeling using Python.	Simulación de la prueba (<i>test or recall</i>) <i>multi-step</i> del modelo híbrido.
15° Del 03 al 09 de diciembre	ENTREGA Y EXPOSICIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.	Tercer avance del trabajo de investigación Fecha: Primera sesión de la semana (Documento físico) y en el aula virtual el documento digital hasta las 22:00 horas.
16° Del 10 y 11 de diciembre	EXÁMENES FINALES	

VIII. Sobre el informe del proyecto final

El informe del proyecto final se deberá elaborar en función a las normas de la IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*). La evaluación en cuanto al cumplimiento (de forma mas no de fondo) de esto, lo realizará un profesor externo.

IX. Referencias

Bibliografía Básica:

- Attaway S. (2009). *Matlab. A practical approach*. USA:Elsevir.
- Avishek Pal & PKS Prakash (2017). *Practical Time Series Analysis: Master Time Series Data Processing, Visualization, and Modeling using Python*. Published by Packt Publishing Ltd.
- Haykin, S. (2009). *Neural networks and Learning Machines*. (3ra edición) Canada: Pearson.
- Russell, E. & Norving, P. (2010). *Artificial Intelligence. A modern approach*. Tercera Edición. Editorial: Prentice Hall.
- Silva, Ivan N.; Spatti, Danilo, H. & Flauzino, R.A. (2016). *Redes Neurais Artificiais para engenharia e ciências aplicadas. Fundamentos Teóricos e Aspectos Práticos*. Brazil: ARTLIBER.
- Sivanandam S.N. & Deepa S.N. (2008). *Introduction to genetic algorithms*. India:Springer.

Bibliografía Complementaria:

- Amin H.M., Moein H.M. & Morteza E. (2016) *Stock market index prediction using artificial neural network*. Journal of Economics, Finance and Administrative Science.
- Beasley, D., Bull, D. & Martin, R. R. (1993). *An overview of genetic algorithms: Part 2, research topics*. University Computing, 15(4), p.170-181.
- Davis L. D. (1991). *Handbook of Genetic Algorithms*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Goldberg D.E. (1989). *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*. University of Alabama, Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.
- Houari M. B., Zegaoui O. & Abdallaoui A. (2015). *Prediction of air temperature using Multi-layer perceptrons with Levenberg-Marquardt training algorithm*. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET).
- Nievergelt, J. (2000). *Exhaustive search, combinatorial optimization and enumeration: Exploring the potential of raw computing power*. Computer Science Swiss Federal Institute of Technology ETH, Zurich.
- Okoh, D. (2016). *Computer Neural Networks on Matlab*. Computer Neural Networks on Matlab.
- Syswerda, G. (1989). *Uniform Crossover in Genetic Algorithms*. Proceedings of the 3rd International Conference on Genetic Algorithms, Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- Ticona, W.M., Leite, K. T. & Vellasco, M.B.R. (2017). *Hybrid Model Based on Genetic Algorithms and Neural Networks to Forecast Tax Collection: Application using endogenous and exogenous variables*. Conference: IEEE XXIV International Conference on Electronics, Electrical Engineering and Computing (INTERCON).

X. Soporte de laboratorio

Se hará uso del laboratorio de cómputo para clases prácticas y las prácticas de Laboratorio.

- Se usará el software MATrix LABoratory (MATLAB) que tiene un lenguaje de programación propio (lenguaje M).
- Se usará el lenguaje de programación Python.
 - IDE: Anaconda (Jupyter)

XI. Profesor

MSc. Ballon Alvarez, Joseph
jballon@esan.edu.pe