



**National University of Engineering (UNI)**  
School of Artificial Intelligence  
Syllabus 2024-I

**1. COURSE**

CS261. Intelligent Systems (Mandatory)

**2. GENERAL INFORMATION**

- 2.1 Course** : CS261. Intelligent Systems  
**2.2 Semester** : 6<sup>th</sup> Semester.  
**2.3 Credits** : 4  
**2.4 Horas** : 2 HT; 4 HP;  
**2.5 Duration of the period** : 16 weeks  
**2.6 Type of course** : Mandatory  
**2.7 Learning modality** : Face to face  
**2.8 Prerequisites** : MA203. Statistics and Probabilities. (4<sup>th</sup> Sem)

**3. PROFESSORS**

Meetings after coordination with the professor

**4. INTRODUCTION TO THE COURSE**

Research in Artificial Intelligence has led to the development of numerous relevant tonic, aimed at the automation of human intelligence, giving a panoramic view of different algorithms that simulate the different aspects of the behavior and the intelligence of the human being.

**5. GOALS**

- Evaluate the possibilities of simulation of intelligence, for which the techniques of knowledge modeling will be studied.
- Build a notion of intelligence that later supports the tasks of your simulation.

**6. COMPETENCES**

- 1) Analizar un problema computacional complejo y aplicar los principios computacionales y otras disciplinas relevantes para identificar soluciones. (**Usar**)
- 5) Funcionar efectivamente como miembro o líder de un equipo involucrado en actividades apropiadas a la disciplina del programa. (**Familiarizarse**)
- 6) Aplicar la teoría de la computación y los fundamentos del desarrollo de software para producir soluciones basadas en computación. (**Familiarizarse**)

**7. TOPICS**

Unit 1: Cuestiones fundamentales (2 hours)	
Competences Expected:	
Topics	Learning Outcomes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descripción general de los problemas de Inteligencia Artificial, ejemplos recientes de aplicaciones de Inteligencia artificial.</li> <li>• ¿Qué es comportamiento inteligente? <ul style="list-style-type: none"> <li>– El Test de Turing</li> <li>– Razonamiento Racional versus No Racional</li> </ul> </li> <li>• Características del Problema: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Observable completamente versus observable parcialmente</li> <li>– Individual versus multi-agente</li> <li>– Determinístico versus estocástico</li> <li>– Estático versus dinámico</li> <li>– Discreto versus continuo</li> </ul> </li> <li>• Naturaleza de agentes: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Autónomo versus semi-autónomo</li> <li>– Reflexivo, basado en objetivos, y basado en utilidad</li> <li>– La importancia en percepción e interacciones con el entorno</li> </ul> </li> <li>• Cuestiones filosóficas y éticas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Describir el test de Turing y el experimento pensado "cuarto chino" (<i>Chinese Room</i>) [Usar]</li> <li>• Determinando las características de un problema dado que sistemas inteligentes deberían resolver [Usar]</li> </ul>
<b>Readings :</b> [De 06], [Pon+14]	

Unit 2: Agentes (2 hours)	
Competences Expected:	
Topics	Learning Outcomes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición de Agentes</li> <li>• Arquitectura de agentes (Ej. reactivo, en capa, cognitivo)</li> <li>• Teoría de agentes</li> <li>• Racionalidad, teoría de juegos: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Agentes de decisión teórica</li> <li>– Procesos de decisión de Markov (MDP)</li> </ul> </li> <li>• Agentes de Software, asistentes personales, y acceso a información: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Agentes colaborativos</li> <li>– Agentes de recolección de información</li> <li>– Agentes creíbles (carácter sintético, modelamiento de emociones en agentes)</li> </ul> </li> <li>• Agentes de aprendizaje</li> <li>• Sistemas Multi-agente <ul style="list-style-type: none"> <li>– Agentes Colaborativos</li> <li>– Equipos de Agentes</li> <li>– Agentes Competitivos (ej., subastas, votaciones)</li> <li>– Sistemas de enjambre y modelos biológicamente inspirados</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista las características que definen un agente inteligente [Usar]</li> <li>• Describe y contrasta las arquitecturas de agente estándares [Usar]</li> <li>• Describe las aplicaciones de teoría de agentes para dominios como agentes de software, asistentes personales, y agentes creíbles [Usar]</li> <li>• Describe los paradigmas primarios usados por agentes de aprendizaje [Usar]</li> <li>• Demuestra mediante ejemplos adecuados como los sistemas multi-agente soportan interacción entre agentes [Usar]</li> </ul>
<b>Readings :</b> [Nil01], [RN03], [Pon+14]	

Unit 3: Estrategias de búsquedas básicas (2 hours)	
Competences Expected:	
Topics	Learning Outcomes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacios de Problemas (estados, metas y operadores), solución de problemas mediante búsqueda.</li> <li>• Factored representation (factoring state hacia variables)</li> <li>• Uninformed search (breadth-first, depth-first, depth-first with iterative deepening)</li> <li>• Heurísticas y búsqueda informada (hill-climbing, generic best-first, A*)</li> <li>• El espacio y el tiempo de la eficiencia de búsqueda.</li> <li>• Dos jugadores juegos (introducción a la búsqueda minimax).</li> <li>• Satisfacción de restricciones (backtracking y métodos de búsqueda local).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formula el espacio eficiente de un problema para un caso expresado en lenguaje natural (ejm. Inglés) en términos de estados de inicio y final, así como sus operadores [Usar]</li> <li>• Describe el rol de las heurísticas y describe los intercambios entre completitud, óptimo, complejidad de tiempo, y complejidad de espacio [Usar]</li> <li>• Describe el problema de la explosión combinatoria del espacio de búsqueda y sus consecuencias [Usar]</li> <li>• Compara y contrasta tópicos de búsqueda básica con temas jugabilidad de juegos [Usar]</li> </ul>
<b>Readings :</b> [Nil01], [Pon+14]	

Unit 4: Búsqueda Avanzada (18 hours)	
Competences Expected:	
Topics	Learning Outcomes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Búsqueda estocástica:             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Simulated annealing</li> <li>– Algoritmos genéticos</li> <li>– Búsqueda de árbol Monte-Carlo</li> </ul> </li> <li>• Construcción de árboles de búsqueda, espacio de búsqueda dinámico, explosión combinatoria del espacio de búsqueda.</li> <li>• Implementación de búsqueda A*, búsqueda en haz.</li> <li>• Búsqueda Minimax, poda alfa-beta.</li> <li>• Búsqueda Expectimax (MDP-Solving) y los nodos de azar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar e implementar una solución a un problema con algoritmo genético [Usar]</li> <li>• Diseñar e implementar un esquema de recocido simulado (<i>simulated annealing</i>) para evitar mínimos locales en un problema [Usar]</li> <li>• Diseñar e implementar una búsqueda A* y búsqueda en haz (<i>beam search</i>) para solucionar un problema [Usar]</li> <li>• Aplicar búsqueda minimax con poda alfa-beta para simplificar el espacio de búsqueda en un juego con dos jugadores [Usar]</li> <li>• Comparar y contrastar los algoritmos genéticos con técnicas clásicas de búsqueda [Usar]</li> <li>• Comparar y contrastar la aplicabilidad de varias heurísticas de búsqueda, para un determinado problema [Usar]</li> </ul>
<b>Readings :</b> [Gol89], [Nil01], [RN03], [Pon+14]	

Unit 5: Razonamiento Bajo Incertidumbre (18 hours)	
Competences Expected:	
Topics	Learning Outcomes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de Probabilidad Básica</li> <li>• Variables aleatorias y distribuciones de probabilidad: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Axiomas de probabilidad</li> <li>– Inferencia probabilística</li> <li>– Regla de Bayes</li> </ul> </li> <li>• Independencia Condicional</li> <li>• Representaciones del conocimiento: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Redes bayesianas <ul style="list-style-type: none"> <li>* Inferencia exacta y su complejidad</li> <li>* Métodos de Muestreo aleatorio (Monte Carlo) (p.e. Muestreo de Gibbs)</li> </ul> </li> <li>– Redes Markov</li> <li>– Modelos de probabilidad relacional</li> <li>– Modelos ocultos de Markov</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar la regla de Bayes para determinar el cumplimiento de una hipótesis [Usar]</li> <li>• Explicar cómo al tener independencia condicional permite una gran eficiencia en sistemas probabilísticos [Usar]</li> <li>• Identificar ejemplos de representación de conocimiento para razonamiento bajo incertidumbre [Usar]</li> <li>• Indicar la complejidad de la inferencia exacta. Identificar métodos para inferencia aproximada [Usar]</li> </ul>
Readings : [KF09], [RN03]	

Unit 6: Aprendizaje Automático Básico (4 hours)	
Competences Expected:	
Topics	Learning Outcomes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición y ejemplos de la extensa variedad de tareas de aprendizaje de máquina, incluida la clasificación.</li> <li>• Aprendizaje inductivo</li> <li>• Aprendizaje simple basado en estadísticas, como el clasificador ingenuo de Bayes, árboles de decisión.</li> <li>• El problema exceso de ajuste.</li> <li>• Medición clasificada con exactitud.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Listar las diferencias entre los tres principales tipos de aprendizaje: supervisado, no supervisado y por refuerzo [Usar]</li> <li>• Identificar ejemplos de tareas de clasificación, considerando las características de entrada disponibles y las salidas a ser predecidas [Usar]</li> <li>• Explicar la diferencia entre aprendizaje inductivo y deductivo [Usar]</li> <li>• Describir el sobre ajuste (<i>overfitting</i>) en el contexto de un problema [Usar]</li> <li>• Aplicar un algoritmo de aprendizaje estadístico simple como el Clasificador Naive Bayesiano e un problema de clasificación y medirla precisión del clasificador [Usar]</li> </ul>
Readings : [Mit98], [RN03], [Pon+14]	

Unit 7: Aprendizaje de máquina avanzado (20 hours)	
Competences Expected:	
Topics	Learning Outcomes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición y ejemplos de una amplia variedad de tareas de aprendizaje de máquina</li> <li>• Aprendizaje general basado en estadística, estimación de parámetros (máxima probabilidad)</li> <li>• Programación lógica inductiva (<i>Inductive logic programming ILP</i>)</li> <li>• Aprendizaje supervisado <ul style="list-style-type: none"> <li>– Aprendizaje basado en árboles de decisión</li> <li>– Aprendizaje basado en redes neuronales</li> <li>– Aprendizaje basado en máquinas de soporte vectorial (<i>Support vector machines SVMs</i>)</li> </ul> </li> <li>• Aprendizaje y <i>clustering</i> no supervisado <ul style="list-style-type: none"> <li>– EM</li> <li>– K-means</li> <li>– Mapas auto-organizados</li> </ul> </li> <li>• Aprendizaje semi-supervisado.</li> <li>• Aprendizaje de modelos gráficos</li> <li>• Evaluación del desempeño (tal como cross-validation, area bajo la curva ROC)</li> <li>• Aplicación de algoritmos Machine Learning para Minería de datos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explica las diferencias entre los tres estilos de aprendizaje: supervisado, por refuerzo y no supervisado [Usar]</li> <li>• Implementa algoritmos simples para el aprendizaje supervisado, aprendizaje por refuerzo, y aprendizaje no supervisado [Usar]</li> <li>• Determina cuál de los tres estilos de aprendizaje es el apropiado para el dominio de un problema en particular [Usar]</li> <li>• Compara y contrasta cada una de las siguientes técnicas, dando ejemplo de cuando una estrategia es la mejor: árboles de decisión, redes neuronales, y redes bayesianas [Usar]</li> <li>• Evalúa el rendimiento de un sistema de aprendizaje simple en un conjunto de datos reales [Usar]</li> <li>• Describe el estado del arte en la teoría del aprendizaje, incluyendo sus logros y limitantes [Usar]</li> <li>• Explica el problema del sobreajuste, conjuntamente con técnicas para determinar y manejar el problema [Usar]</li> </ul>
<b>Readings :</b> [RN03], [KF09], [Mur12]	

Unit 8: Procesamiento del Lenguaje Natural (12 hours)	
Competences Expected:	
Topics	Learning Outcomes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gramaticas determinísticas y estocásticas</li> <li>• Algoritmos de parseo <ul style="list-style-type: none"> <li>– Gramáticas libres de contexto (CFGs) y cuadros de parseo (e.g. Cocke-Younger-Kasami CYK)</li> <li>– CFGs probabilísticos y ponderados CYK</li> </ul> </li> <li>• Representación del significado / Semántica <ul style="list-style-type: none"> <li>– Representación de conocimiento basado en lógica</li> <li>– Roles semánticos</li> <li>– Representaciones temporales</li> <li>– Creencias, deseos e intenciones</li> </ul> </li> <li>• Metodos basados en el corpus</li> <li>• N-gramas y Modelos ocultos de Markov (HMMs)</li> <li>• Suavizado y back-off</li> <li>• Ejemplos de uso: POS etiquetado y morfología</li> <li>• Recuperación de la información: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Modelo de espacio vectorial <ul style="list-style-type: none"> <li>* TF &amp; IDF</li> </ul> </li> <li>– Precision y cobertura</li> </ul> </li> <li>• Extracción de información</li> <li>• Traducción de lenguaje</li> <li>• Clasificación y categorización de texto: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Modelo de bolsa de palabras</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Define y contrasta gramáticas de tipo estocásticas y determinísticas, dando ejemplos y demostrando como adecuar cada una de ellas [Usar]</li> <li>• Simula, aplica, o implementa algoritmos clásicos y estocásticos para el parseo de un lenguaje natural [Usar]</li> <li>• Identifica los retos de la representación del significado [Usar]</li> <li>• Lista las ventajas de usar corpus estándares. Identifica ejemplos de corpus actuales para una variedad de tareas de PLN [Usar]</li> <li>• Identifica técnicas para la recuperación de la información, traducción de lenguajes, y clasificación de textos [Usar]</li> </ul>
<b>Readings :</b> [Nil01], [RN03], [Pon+14]	

Unit 9: Visión y percepción por computador (12 hours)	
Competences Expected:	
Topics	Learning Outcomes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visión Computacional <ul style="list-style-type: none"> <li>– Adquisición de imágenes, representación, procesamiento y propiedades</li> <li>– Representación de formas, reconocimiento y segmentación de objetos</li> <li>– Análisis de movimiento</li> </ul> </li> <li>• Modularidad en reconocimiento.</li> <li>• Enfoques de reconocimiento de patrones <ul style="list-style-type: none"> <li>– Algoritmos de clasificación y medidas de calidad de la clasificación.</li> <li>– Técnicas estadísticas.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resumir la importancia del reconocimiento de imágenes y objetos en Inteligencia Artificial (AI) e indicar varias aplicaciones significativas de esta tecnología [Usar]</li> <li>• Listar al menos tres aproximaciones de segmentación de imágenes, tales como algoritmos de límites (thresholding), basado en el borde y basado en regiones, junto con sus características definitorias, fortalezas y debilidades [Usar]</li> <li>• Implementar reconocimiento de objetos en 2d basados en la representación del contorno y/o regiones basadas en formas [Usar]</li> <li>• Proporcionar al menos dos ejemplos de transformación de una fuente de datos de un dominio sensorial a otro, ejemplo, datos táctiles interpretados como imágenes en 2d de una sola banda [Usar]</li> <li>• Implementar un algoritmo para la extracción de características en información real, ejemplo, un detector de bordes o esquinas para imágenes o vectores de coeficientes de Fourier describiendo una pequeña porción de señal de audio [Usar]</li> <li>• Implementar un algoritmo de clasificación que segmenta percepciones de entrada en categorías de salida y evalúa cuantitativamente la clasificación resultante [Usar]</li> <li>• Evaluar el desempeño de la función de extracción subyacente, en relación con al menos una aproximación alternativa posible (ya sea implementado o no) en su contribución a la tarea de clasificación (8) anterior [Usar]</li> </ul>
<b>Readings :</b> [Nil01], [RN03], [Pon+14]	

## 8. WORKPLAN

### 8.1 Methodology

Individual and team participation is encouraged to present their ideas, motivating them with additional points in the different stages of the course evaluation.

### 8.2 Theory Sessions

The theory sessions are held in master classes with activities including active learning and roleplay to allow students to internalize the concepts.

### 8.3 Practical Sessions

The practical sessions are held in class where a series of exercises and/or practical concepts are developed through problem solving, problem solving, specific exercises and/or in application contexts.

## 9. EVALUATION SYSTEM

\*\*\*\*\* EVALUATION MISSING \*\*\*\*\*

## 10. BASIC BIBLIOGRAPHY



- [De 06] L.N. De Castro. *Fundamentals of natural computing: basic concepts, algorithms, and applications*. CRC Press, 2006.
- [Gol89] David Goldberg. *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*. Addison Wesley, 1989.
- [KF09] Daphne Koller and Nir Friedman. *Probabilistic Graphical Models: Principles and Techniques - Adaptive Computation and Machine Learning*. The MIT Press, 2009. ISBN: 0262013193.
- [Mit98] M. Mitchell. *An introduction to genetic algorithms*. The MIT press, 1998.
- [Mur12] Kevin P. Murphy. *Machine Learning: A Probabilistic Perspective*. The MIT Press, 2012. ISBN: 0262018020.
- [Nil01] Nils Nilsson. *Inteligencia Artificial: Una nueva visión*. McGraw-Hill, 2001.
- [Pon+14] Julio Ponce-Gallegos et al. *Inteligencia Artificial*. Iniciativa Latinoamericana de Libros de Texto Abiertos (LATIn), 2014.
- [RN03] Stuart Russell and Peter Norvig. *Inteligencia Artificial: Un enfoque moderno*. Prentice Hall, 2003.