



## Sociedad Peruana de Computación (SPC)

Programa Profesional de  
Ciencia de la Computación  
Sílabo 2022-I

### 1. CURSO

CS262. Aprendizaje Automático (Electivo)

### 2. INFORMACIÓN GENERAL

2.1 Créditos	:	4
2.2 Horas de teoría	:	2 (Semanal)
2.3 Horas de práctica	:	2 (Semanal)
2.4 Duración del periodo	:	16 semanas
2.5 Condición	:	Electivo
2.6 Modalidad	:	Presencial
2.7 Prerrequisitos	:	CS261. Sistemas Inteligentes. (6 <sup>to</sup> Sem)

### 3. PROFESORES

Atención previa coordinación con el profesor

### 4. INTRODUCCIÓN AL CURSO

La investigación en Inteligencia Artificial ha conducido al desarrollo de numerosas técnicas relevantes, dirigidas a la automatización de la inteligencia humana, dando una visión panorámica de diferentes algoritmos que simulan los diferentes aspectos del comportamiento y la inteligencia del ser humano.

### 5. OBJETIVOS

- Evaluar las posibilidades de simulación de la inteligencia, para lo cual se estudiarán las técnicas de modelización del conocimiento.
- Construir una noción de inteligencia que soporte después las tareas de su simulación.

### 6. COMPETENCIAS

- a) Aplicar conocimientos de computación y de matemáticas apropiadas para la disciplina. (**Usar**)

### 7. COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- a15) Utilizar definiciones de teoría de conteo para resolver problemas de ordenamiento o selección en un conjunto de elementos únicos y repetidos.
- a17) Definir funciones reconociendo variables dependientes e independientes reconociendo funciones como parámetros.
- a22) Aplicar operaciones sobre matrices para construcción de algoritmos.
- a23) Aplicar teoría de la probabilidad y teorema de Bayes para la construcción de modelos de grafos probabilísticos (*Probabilistic graphical models*).
- a24) Aplicar técnicas de muestreo y validación cruzada.
- a25) Aplicar técnicas computacionales de búsqueda informada y no informada.
- a26) Aplicar técnicas de visión computacional.
- a27) aplicar técnicas de procesamiento de lenguaje natural.
- a28) Aplicar técnicas de aprendizaje de máquina.

## 8. TEMAS

Unidad 1: Cuestiones fundamentales (2)	
Competencias esperadas: a	
Temas	Objetivos de Aprendizaje
<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>Lecturas :</b> [De 06], [Pon+14]	

Unidad 2: Agentes (2)	
Competencias esperadas: a	
Temas	Objetivos de Aprendizaje
<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>Lecturas :</b> [Nil01], [RN03], [Pon+14]	

Unidad 3: Estrategias de búsquedas básicas (2)	
Competencias esperadas: a,j	
Temas	Objetivos de Aprendizaje
<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>
Lecturas : [Nil01], [Pon+14]	

Unidad 4: Búsqueda Avanzada (18)	
Competencias esperadas: a,j	
Temas	Objetivos de Aprendizaje
<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>
Lecturas : [Gol89], [Nil01], [RN03], [Pon+14]	

Unidad 5: Razonamiento Bajo Incertidumbre (18)	
Competencias esperadas: a,j	
Temas	Objetivos de Aprendizaje
<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>
Lecturas : [KF09], [RN03]	

Unidad 6: Aprendizaje Automático Básico (4)	
Competencias esperadas: a,j	
Temas	Objetivos de Aprendizaje
<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>
Lecturas : [Mit98], [RN03], [Pon+14]	

Unidad 7: Aprendizaje de máquina avanzado (20)	
Competencias esperadas: a,j	
Temas	Objetivos de Aprendizaje
<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>Lecturas :</b> [RN03], [KF09], [Mur12]	

Unidad 8: Procesamiento del Lenguaje Natural (12)	
Competencias esperadas: a,j	
Temas	Objetivos de Aprendizaje
<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>Lecturas :</b> [Nil01], [RN03], [Pon+14]	

Unidad 9: Visión y percepción por computador (12)	
Competencias esperadas: a,j	
Temas	Objetivos de Aprendizaje
<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>Lecturas :</b> [Nil01], [RN03], [Pon+14]	

## 9. PLAN DE TRABAJO

### 9.1 Metodología

Se fomenta la participación individual y en equipo para exponer sus ideas, motivándolos con puntos adicionales en las diferentes etapas de la evaluación del curso.

### 9.2 Sesiones Teóricas

Las sesiones de teoría se llevan a cabo en clases magistrales donde se realizarán actividades que propicien un aprendizaje activo, con dinámicas que permitan a los estudiantes interiorizar los conceptos.

### 9.3 Sesiones Prácticas

Las sesiones prácticas se llevan en clase donde se desarrollan una serie de ejercicios y/o conceptos prácticos mediante planteamiento de problemas, la resolución de problemas, ejercicios puntuales y/o en contextos aplicativos.

## 10. SISTEMA DE EVALUACIÓN

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

## 11. BIBLIOGRAFÍA BÁSICA



- [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.