

UD01: Caracterización de sistemas y utilización de modelos de Inteligencia Artificial

1. Fundamentos de los Sistemas Inteligentes

Definición de Inteligencia Artificial (IA)

La IA es un campo de la informática y la ciencia de la computación que se enfoca en la creación de sistemas y programas capaces de realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana. Sus procesos son:

- El **aprendizaje** a través de la adquisición de información y reglas para el uso de la información.
- El **razonamiento** usando las reglas para llegar a conclusiones aproximadas o definitivas.
- La **autocorrección**.

Historia de la IA

- **Prehistoria de la IA o proto IA (Antes del 1950):**
 - En 1943 McCulloch y Pitts presentaron un primer modelo de una neurona artificial.
 - En 1950, Alan Turing define la conducta inteligente de la máquina como la capacidad de lograr eficiencia a nivel humano en todas las actividades de tipo cognoscitivo, suficiente para engañar a un evaluador humano, y da forma al famoso "Test de Turing".
- **Primeros Conceptos de IA (Décadas de 1950 y 1960):** El término "Inteligencia Artificial" fue acuñado por John McCarthy en 1956, durante la conferencia de Dartmouth que se considera inicio oficial del campo. Los investigadores estaban entusiasmados de que las computadoras pudieran simular la capacidad de razonar y resolver problemas como lo hace el ser humano. Sus proyectos más importantes fueron:

- Creación del LISP en 1958 por John McCarthy
 - Desarrollo de Micromundos
 - Investigación de los "sistemas expertos"
 - Lanzamiento de ELIZA en 1966 (Primer chatbot)
- **La Década del Estancamiento (1970):** La IA experimentó una etapa conocida como el "invierno de la IA". No se lograron avances y las expectativas de la IA superaron las capacidades tecnológicas de la época. Esto llevó a una disminución en la financiación y el interés en el campo.
- **El Renacimiento de la IA (Décadas de 1980 y 1990):** La IA experimentó un resurgimiento debido a avances en la teoría y la computación. Se desarrollaron nuevas técnicas de razonamiento, representación del conocimiento y búsqueda heurística. Los sistemas expertos, se convirtieron en una aplicación exitosa de la IA en campos como la medicina y la ingeniería. Se produjo una rivalidad entre Estados Unidos y Japón
- **Aprendizaje Automático y el auge de la IA moderna (finales de los 90 y década de 2 000 en adelante):** Las máquinas aprenden patrones complejos a partir de datos y mejorar su rendimiento a través de la experiencia. Esto ha llevado a avances significativos en campos como la visión por computadora, el procesamiento del lenguaje natural y el reconocimiento de voz. Grandes hitos:
 - El programa Deep Blue: Venció a Gari Kaspárov al ajedrez.
 - El sistema Watson: Ganó el concurso de TV Jeopardy!.
 - Deepmind publicó 'el vídeo de los 500 millones de dólares'.

Limitaciones actuales de la IA

- **Complejidad de la mente humana:** La mente humana es compleja, y aún no comprendemos todos sus aspectos. La IA actual está lejos de replicar la complejidad y la plasticidad del cerebro humano.
- **Memoria y recursos limitados:** Todavía estamos lejos de igualar la capacidad de almacenamiento y la eficiencia de procesamiento del cerebro humano.
- **Falta de comprensión de la conciencia:** Aún no entendemos completamente la naturaleza de la conciencia y cómo emerge en el cerebro. Sin esta comprensión, es difícil replicarla en una máquina.
- **Ética y responsabilidad:** La creación de inteligencia artificial plantea cuestiones éticas y de responsabilidad importantes, como el temor a la toma de decisiones no éticas o la falta de responsabilidad en caso de errores graves.
- **IA en entornos no controlados:** La IA puede funcionar bien en entornos controlados y con datos bien estructurados, pero tiene dificultades para adaptarse a situaciones inesperadas o entornos no controlados.
- **Creatividad e intuición:** Aunque se han logrado avances en la generación de contenido creativo por parte de las máquinas, la verdadera creatividad e intuición humana siguen siendo difíciles de replicar.
- **Emociones y empatía:** La comprensión y expresión emocional, así como la empatía, son aspectos desafiantes de la inteligencia humana que no se han logrado de manera completa en la IA.
- **Interacción social humana:** La comprensión del lenguaje natural, la interacción social y la percepción de matices emocionales en el contexto de la comunicación humana son desafíos actuales para la IA.

Coste de la IA

El coste de la IA se refiere a los recursos necesarios para desarrollar y utilizar modelos de inteligencia artificial. Estos costes incluyen:

- **Hardware:** La IA requiere hardware especializado, como unidades de procesamiento gráfico (GPUs) de alta gama, para realizar cálculos complejos. Este hardware es costoso de adquirir y mantener.
- **Datos:** La recopilación, limpieza y etiquetado de grandes cantidades de datos es un proceso costoso y laborioso.
- **Desarrollo:** El desarrollo requiere equipos de científicos de datos, ingenieros de software y otros especialistas altamente cualificados.
- **Energía:** El consumo de energía es un coste significativo en el desarrollo y uso de la IA

Es importante considerarlo para:

- **Viabilidad económica:** Es fundamental evaluar los costes de desarrollo y funcionamiento de un modelo de IA para determinar si es viable desde un punto de vista económico.
- **Optimización de recursos:** Es necesario buscar formas de optimizar los recursos utilizados en el desarrollo y uso de la IA, como por ejemplo mediante el uso de hardware más eficiente o el desarrollo de algoritmos más ligeros.

Principios de Sistemas Inteligentes

Se denomina **sistema inteligente** a un programa o conjunto de programas de computación que reúne características y comportamientos asimilables al de la inteligencia humana o animal. Características que deben tener:

- **Poseer inteligencia.** Es decir, un sistema inteligente.
- Las partes del sistema han de tener **correlaciones con otros elementos del mismo sistema.**
- Ser capaz de **cumplir uno o varios objetivos.**
- Disponer **capacidad sensorial.** Es decir, recibir comunicaciones del entorno, reaccionar al entorno y sus variaciones.

- **Exhibir capacidad de conceptualización.** Lo que implica la necesidad de almacenar información.
- **Disponer de procedimientos y métodos con reglas de actuación.** Relacionar situaciones y consecuencias de acciones.
- El sistema **aprende nuevos conceptos a partir de la información recibida** de los sentidos, las reglas conocidas y la experiencia.

Principios éticos de la IA

- **La IA debe estar libre de prejuicios:** Entrenar datos de manera equivocada puede generar discriminantes negativas que alejan la toma de decisiones de la realidad, para no usar conjuntos sesgados.
- **Ayudar a ayudar:** Se debe de identificar de forma clara la responsabilidad de las decisiones tomadas por los sistemas autónomos. Los usuarios de las IA, han de aprender a estimar y evaluar las consecuencias positivas y negativas de la implantación de sistemas de inteligencia artificial, en la sociedad en su conjunto, dado el gran poder de cambio que generan.
- **Uso de algoritmos abiertos:** Para poder confiar en la respuesta de una IA es preciso tener acceso limpio al algoritmo de entrenamiento y de toma de decisiones que posee, lo que comporta acceso a todo su modelo matemático. Supone la única manera de poder explicar el funcionamiento que tendrá la misma.
- **Seguridad, privacidad y confiabilidad:** Dado que las IA hacen uso de gran cantidad de datos, se ha de velar por la transparencia y la privacidad en el uso de los mismos.
- **Bien común:** Ningún sistema de IA debería ser desplegado si al hacerlo se atenta contra el bien común.

Componentes de un Agente Inteligente

- **Sensores (S):** Permiten al agente percibir información sobre su entorno. Como cámaras, micrófonos, sensores de temperatura, GPS, etc. La información que se recopila se utiliza para representar el estado actual del entorno.
- **Actuadores (A):** Son los medios mediante los cuales el agente interactúa con su entorno. Pueden ser ruedas en un robot, motores en un brazo robótico o salidas de datos de un software. **Permiten que el agente tome decisiones y realice acciones** para alcanzar sus objetivos.
- **Función del Agente (f):** Representa el **comportamiento del agente en función de las percepciones que recibe**. Toma como entrada el estado actual del entorno y devuelve una acción que el agente debe ejecutar.
- **Arquitectura (A):** Se refiere a **cómo se organiza el agente en términos de sus componentes y cómo interactúan entre sí**. Puede haber diferentes arquitecturas según la complejidad de la tarea y los requisitos de rendimiento.

2. Tipos de Inteligencia Artificial. Escuelas y Clasificaciones

Según tareas a resolver

- **Inteligencia Artificial débil (o estrecha):** La inteligencia artificial racional que se centra típicamente en una tarea estrecha. Orientada a resolver problemas muy concretos. Características:
 - **Ya existen en la vida real.**
 - **Resuelven problemas muy concretos.**
 - **Son reactivas.** No tienen iniciativa, es necesario que se desencadene una acción para iniciar su rutina.
 - **No son flexibles.** Colapsan si se encuentran en un caso no previsto
 - **Limitadas** por lo que programa un humano

- **Se programan con pocas redes neuronales**
 - **No razonan**, solo computan
 - **No tiene conciencia.**
 - **Aprenden a base de ejemplos.**
 - **Son repetitivas.**
- **Inteligencia Artificial Fuerte (IAF):** Aquella que iguala o excede la inteligencia humana promedio. Realiza con éxito cualquier tarea intelectual del ser humano, teniendo en cuenta todos los factores y matices que pueden intervenir. Características:
 - No existe en la realidad
 - Serán proactivas
 - Serán flexibles
 - Se autoprogramarán
 - Usarán muchas redes neuronales
 - Imitarán el comportamiento humano
 - Aprenderán como las personas
 - Serán capaces de aprender nuevas tareas
 - Serán capaces de adaptarse a nuevos escenarios

Escuelas de Pensamiento

- **Inteligencia Artificial Convencional:** También conocida como **Inteligencia Artificial simbólico deductiva**. Está basada en el **análisis formal y estadístico del comportamiento humano** ante diferentes problemas:
 - **Razonamiento basado en casos:** Toman decisiones mientras se resuelven problemas concretos.
 - **Sistemas expertos:** Infieren una solución a través del conocimiento previo del contexto en que se aplica y ocupa de ciertas reglas o relaciones.
 - **Redes bayesianas:** Soluciones mediante inferencia probabilística

- **Inteligencia artificial basada en comportamientos:** Contiene autonomía y puede **auto-regularse y controlarse para mejorar.**
- **Smart process management:** Facilita la toma de decisiones complejas, proponiendo una solución a un determinado problema
- **Inteligencia Artificial Computacional:** También conocida como **IA subsimbólica inductiva.** Implica desarrollo o aprendizaje interactivo. El aprendizaje se realiza basándose en datos empíricos, utilizando métodos computacionales que permiten alcanzar soluciones aptas a problemas complejos por no contar con todos los parámetros necesarios. Impulsó el **Aprendizaje Automático o Machine Learning.** Sus técnicas son:
 - **Máquina de vectores:** Sistemas que permiten reconocimiento de patrones genéricos de gran potencia
 - Redes neuronales
 - **Modelos ocultos de Markov:** aprendizaje basado en dependencia temporal de eventos probabilísticos.
 - **Sistemas difusos:** lograr el razonamiento bajo incertidumbre.
 - **Computación evolutiva:** también conocidos como **algoritmos genéticos**, aplica conceptos inspirados en la biología, tales como población, mutación y supervivencia del más apto.

3. Utilización de modelos de Inteligencia Artificial

Requisitos de un sistema de resolución de problemas

- **Representación del Problema**
- **Razonamiento y Toma de Decisiones**
- **Aprendizaje y Adaptabilidad**
- **Eficiencia Computacional:** Los sistemas de resolución de problemas deben ser eficientes en términos computacionales para ofrecer respuestas rápidas y escalables a problemas complejos. Uso óptimo de algoritmos y reducir el tiempo de ejecución uso de recursos.

- **Interacción con Usuarios:** Los sistemas de Inteligencia Artificial deben permitir la interacción con los usuarios de una manera comprensible y natural. Desarrollar interfaces de usuario amigables que faciliten la comunicación y la comprensión mutua entre humanos y sistemas de IA.

Modelos de sistemas de Inteligencia Artificial

- **Automatización de tareas:** Realización de tareas sin intervención humana. Mejora la eficiencia y reduce carga de trabajo. Ejemplos:
 - **Reconocimiento de Voz:** Convierten el habla en texto y pueden automatizar la transcripción de documentos o comandos de voz en dispositivos.
 - **Detección de Fraude:** Pueden analizar patrones de datos financieros y detectar transacciones sospechosas o fraudulentas. Por ejemplo, para identificar patrones de comportamiento inusuales.
- **Sistemas de Razonamiento Impreciso:** Permiten el manejo de incertidumbre y vaguedad en los datos y la toma de decisiones. Son **útiles cuando los datos son incompletos o inciertos y se basan en la lógica difusa y otras técnicas de incertidumbre**. Ejemplos:
 - **Controladores de Tráfico:** Se pueden utilizar para optimizar los tiempos de espera de los vehículos y mejorar el flujo del tráfico. La lógica difusa permite ajustar los tiempos de semáforos en función del flujo vehicular en tiempo real.
 - **Diagnóstico Médico:** Se pueden aplicar para evaluar síntomas y proporcionar diagnósticos preliminares o sugerencias de tratamiento. Por ejemplo, en el diagnóstico de enfermedades como el cáncer, los resultados pueden no ser definitivos y los sistemas pueden ayudar a proporcionar una evaluación más completa y considerar múltiples factores para el diagnóstico.

- **Sistemas Basados en Reglas:** Utilizan reglas lógicas para **representar el conocimiento y tomar decisiones**. Cada regla consiste en una condición y una acción, y cuando se cumple la condición, se aplica la acción correspondiente. Ejemplos:
 - **Sistemas de Recomendación:** Utilizan reglas lógicas para sugerir productos, películas, música u otros elementos en función del comportamiento del usuario y otros datos relevantes. Por ejemplo, Amazon utiliza reglas para ofrecer productos basados en el historial de compras del usuario.
 - **Diagnóstico en Sistemas de Soporte Médico:** Las reglas se utilizan para evaluar síntomas y datos médicos y proporcionar diagnósticos preliminares o sugerencias de tratamiento. Por ejemplo, en sistemas de asistencia médica remota, las reglas basadas en síntomas pueden proporcionar recomendaciones iniciales antes de que el paciente sea atendido por un profesional de la salud.

4. Técnicas de la Inteligencia Artificial

Modelo Clásico. Sistemas expertos (MIA)

La **Inteligencia Artificial Clásica** fue un ejercicio de creación de principios generales que **se emplearon para desarrollar los primeros programas informáticos de Inteligencia Artificial**.

Consistía en desarrollar programas informáticos que replicaran el conocimiento humano, de forma que la máquina pudiera "pensar" y actuar como un humano experto en dicho caso particular.

Un **sistema experto** es un programa informático desarrollado a partir de nuestro conocimiento sobre una cuestión, y que consigue que nuestro ordenador muestre un comportamiento equivalente a un experto humano sobre el mismo tema. Procesos:

- Localizar al humano experto con conocimiento
- Definir las reglas

- Informatizar: Traducir las reglas al lenguaje informático
- Iterar: Probar si la máquina se comportaba de forma "inteligente".

Aprendizaje Automático (Machine Learning)

Permite a las máquinas **aprender y mejorar su rendimiento en tareas específicas a través de la experiencia**. Las máquinas **utilizan datos para aprender patrones y tomar decisiones informadas**.

Analiza y aprende de los datos que le proporcionamos para decidir qué hacer con ellos y proporcionar respuestas. Genera reglas para acelerar procesos, reconocer patrones, segmentar grupos (personas, hábitos, etc). El aprendizaje es automático; nosotros sólo le tenemos que dar datos o ejemplos de partida. Tipos de Aprendizaje Automático:

- **Aprendizaje Supervisado:** Dicho aprendizaje se realiza a partir de **datos que ya han sido etiquetados previamente**. Se dividen en:
 - **Regresión:** Si el dato es numérico.
 - **Clasificación:** Si el dato es categórico.
- **Aprendizaje no Supervisado:** Los datos no son etiquetados previamente. Encuentra relaciones de similitud, diferencia o asociación.
- **Aprendizaje por Refuerzo:** Aprender **cómo mapear situaciones o acciones para maximizar una recompensa**. Se trata de programar agentes mediante premio y castigo sin necesidad de especificar cómo realizar la tarea.

Redes neuronales

Las redes neuronales artificiales están inspiradas en la estructura y funcionamiento del cerebro humano.

Consisten en una **relación de nodos interconectados** (neuronas) organizados en capas que **transmiten señales entre ellas**. Cada neurona **recibe entradas ponderadas, las procesa mediante una función de activación y produce una salida** que se envía a otra neurona. Se aplica en:

- **Reconocimiento de Patrones:** Reconocimiento de imágenes y diagnóstico médico.
- **Procesamiento de Lenguaje Natural:** Análisis de texto y generación de texto coherente, como en traducción automática y generación de subtítulos.
- **Juegos y Control de Robots:** Entrenamiento de agentes para jugar juegos y controlar robots mediante técnicas de aprendizaje por refuerzo.

Arquitecturas comunes:

- **Redes Neuronales Feedforward:** Las señales solo se transmiten en una dirección, desde la entrada hasta la salida, sin ciclos.
- **Redes Neuronales Recurrentes:** Tienen conexiones cíclicas que permiten el procesamiento de secuencias de datos. Adecuadas para tareas de procesamiento de lenguaje natural y series de tiempo.

Algoritmos genéticos

Son una clase de algoritmos de computación evolutiva **inspirados en el proceso de selección natural**. Utilizan **principios biológicos como la reproducción, mutación y selección para buscar soluciones óptimas** en problemas de optimización y búsqueda heurística.

Se crea una **población inicial de soluciones candidatas** y luego **se evalúa su aptitud** con una función objetivo. Las soluciones con mayor aptitud tienen una **mayor probabilidad de ser seleccionadas para reproducirse y producir descendencia** mediante **operaciones de cruce y mutación**.

- **Optimización y Búsqueda Heurística:** Utilizados en problemas de este tipo, como:
 - **Problemas de Optimización:** Encontrar la mejor solución posible en un espacio de búsqueda grande, como en el diseño de redes de transporte, rutas de vehículos y programación de horarios.
 - **Diseño y Aprendizaje de Parámetros:** Optimización de parámetros en modelos de aprendizaje automático y redes neuronales.

Lógica Difusa

Es una extensión de la lógica clásica que **permite manejar incertidumbre y vaguedad en los datos**. A diferencia de la lógica binaria (verdadero/falso), utiliza **grados de verdad entre 0 y 1**, lo que **permite representar y razonar con conceptos imprecisos**.

Útil en sistemas de toma de decisiones, **donde las condiciones y resultados pueden ser vagos o subjetivos**. Ventajas y desventajas frente a la lógica clásica:

Ventajas:

- **Tratamiento de Incertidumbre:** Permite manejar datos imprecisos o ambiguos en un contexto más cercano a la forma en que los humanos toman decisiones.
- **Adaptabilidad:** Es útil para modelar sistemas complejos y no lineales donde las relaciones son difíciles de expresar con precisión.

Desventajas:

- **Complejidad Computacional:** El procesamiento de la lógica difusa puede ser más complejo y costoso comparado con la lógica clásica.
- **Interpretación de Resultados:** La interpretación de los resultados difusos puede ser subjetiva y depender del contexto, lo que dificulta la comparación entre diferentes sistemas.