

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
Inteligencia Artificial y Computación Cognitiva	Apellidos:	
	Nombre:	

Actividad grupal: Diseño de un prototipo de IA bioinspirado

Objetivos

En esta actividad grupal, los alumnos tendrán como objetivo demostrar su habilidad para pensar y proponer soluciones de IA a través del proceso de la bioinspiración, es decir, aprovechando los conocimientos que las neurociencias y la psicología cognitiva han aportado sobre el cerebro, mente y comportamiento humanos, como referencia para mejorar las ideas implementadas en términos artificiales.

En particular, los objetivos concretos serán los siguientes:

- ▶ Comprensión de modelos cognitivos de las neurociencias.
- ▶ Documentación y búsqueda de estos modelos como referencia.
- ▶ Uso de los modelos como fuente de bioinspiración.
- ▶ Elaboración ordenada de la estructura formal de un algoritmo bioinspirado.
- ▶ Unificación de varios algoritmos en un prototipo artificial global.

Como competencias grupales, los alumnos aprenderán a coordinarse con sus compañeros de equipo a la hora de integrar, de manera final y unificada, los desarrollos bioinspirados de cada uno en una sola entidad artificial total.

Pautas de elaboración

En la presente actividad, el equipo de trabajo abordará un problema de la vida real (de carácter doméstico, industrial, empresarial, social, sanitario, etc.) desde el punto

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
Inteligencia Artificial y Computación Cognitiva	Apellidos:	
	Nombre:	

de vista de la **bioinspiración**. Esto significa que se elaborará (a nivel superficial) un prototipo de robot o agente de inteligencia artificial que habrá de prestar algún tipo de servicio o ejecutar algún conjunto de acciones, para lo cual, se recurrirá a la Neurociencia Cognitiva como fuente de inspiración para la modelización de tales procesos.

Los pasos de la actividad serán los siguientes:

- ▶ **PASO 1.** Selección de un problema técnico a resolver.
- ▶ **PASO 2.** Análisis de las funciones computacionales que el agente conjunto deberá desempeñar para enfrentarse a su objetivo.
- ▶ **PASO 3.** Elección de las funciones cognitivas humanas (o animales en general) que pueden bioinspirar las funciones computacionales detalladas en el punto anterior.
- ▶ **PASO 4.** Selección de un modelo cognitivo propuesto por la neurociencia cognitiva y la psicología para describir y explicar las funciones escogidas como bioinspiración.
- ▶ **PASO 5.** Breve descripción de los modelos cognitivos escogidos.
- ▶ **PASO 6.** Transferencia a la IA: proposición de un modelo artificial, en forma de diagrama de flujo y de breve descripción textual, que describa el algoritmo que el robot seguirá en cada función cognitiva bioinspirada.
- ▶ **PASO 7.** Consolidación unificada del agente computacional concreto: con independencia de los diagramas de flujo desarrollados al bioinspirar cada función cognitiva del robot por separado, será finalmente necesario elaborar un último diagrama (asimismo provisto de una breve descripción textual) que describa la unión de todos ellos en un esquema general y unificado para el robot.

Como se puede observar, la filosofía básica de la actividad consiste en obtener un completo prototipo de agente de IA a partir de la unificación de sus distintas funciones cognitivas, las cuales se habrán visto bioinspiradas a partir de modelos

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
Inteligencia Artificial y Computación Cognitiva	Apellidos:	
	Nombre:	

cognitivos con los que las neurociencias y la psicología tratan de describir las funciones equivalentes en el cerebro/mente humana o animal. Esta modularidad en el desarrollo de un prototipo que unifica funciones cognitivas diferentes es lo que subyace al carácter grupal de esta actividad.

El carácter grupal de la actividad reside en que cada miembro del equipo se ocupará de la bioinspiración de una función concreta e independiente del prototipo. Por lo tanto, todos y cada uno de los miembros del equipo de trabajo deberán escoger una función cognitiva, buscar un modelo cognitivo de las neurociencias para esa función en la cognición humana o animal y llevar a cabo su traducción a un modelo computacional de IA. En la unificación final, en la forma de un modelo global para el agente completo, deberá trabajar todo el equipo de manera coordinada.

Dependiendo del número de miembros del equipo de trabajo, podrá cubrirse un mayor o menor número de funciones cognitivas bioinspiradas. Es importante que cada miembro del equipo bioinspire una función cognitiva diferente del prototipo (perceptiva, motora, emocional, motivacional, mnésica, lingüística o ejecutiva), sin que dos miembros trabajen nunca en una función de la misma naturaleza cognitiva.

Consideraciones importantes

- ▶ **De los modelos cognitivos naturales** (de la neurociencia y la psicología, acerca del cerebro/mente) que servirán como fuente de bioinspiración para cada una de las funciones cognitivas del robot, deberá proporcionarse:
 - Breve descripción textual del modelo cognitivo.
 - Si es posible y se encuentra disponible en las fuentes consultadas, esquema gráfico del modelo cognitivo.

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
Inteligencia Artificial y Computación Cognitiva	Apellidos:	
	Nombre:	

► **De cada una de las funciones cognitivas bioinspiradas del prototipo**, deberá proporcionarse:

- Un diagrama de flujo (o similar) que describa el algoritmo seguido por el prototipo para llevar a cabo esa función cognitiva concreta (y que está bioinspirado en su modelo cognitivo de referencia).
- Una breve descripción textual de dicho algoritmo.

► **Del prototipo final completo y unificado**, deberá proporcionarse:

- Un diagrama estructural y/o de flujo (o similar) que describa cómo las distintas funciones cognitivas bioinspiradas se integran entre sí y dan forma al prototipo unificado y completo de IA.
- Una breve descripción textual de dicha integración global.

► **Aspectos que contribuirán a enriquecer la actividad:**

- Tanto en las descripciones textuales breves como en los diagramas realizados en cada fase del prototipo (a excepción de los modelos cognitivos naturales de referencia), siempre será útil mencionar qué tecnologías concretas de IA podrían resultar útiles y mejorar el desempeño del prototipo. Por ejemplo, *deep learning*, aprendizaje supervisado, redes neuronales (densas, recurrentes, *transformers*, convolucionales...), etc.
- Aunque no es imprescindible, si se desea, se podrá incluir un esbozo del modelo de alto nivel que subyacerá a los algoritmos propuestos. Para ello, se puede especificar con qué tipo de objetos, variables, atributos y relaciones trabajará cada uno.
- Si bien las funciones perceptivas, motoras, de memoria y lingüísticas pueden parecer las más intuitivas de bioinspirar, se apreciará la creatividad invertida en

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
Inteligencia Artificial y Computación Cognitiva	Apellidos:	
	Nombre:	

tratar de incluir otras funciones cognitivas más humanas, como la emoción y la motivación.

- ▶ **Esta actividad propone trabajar la bioinspiración desde el punto de vista teórico y general, por lo que no será necesario generar ningún tipo de código**, en ningún lenguaje de programación ni en ningún entorno de desarrollo específico. El objetivo es mostrar el proceso de bioinspiración de un prototipo de I.A. desde su capa superficial. Por lo tanto, no se trata de obtener ningún script de código compilable que haya de desembocar en ningún tipo de resultados.
- ▶ **Dado que la primera etapa de la bioinspiración (selección de modelos cognitivos naturales de las neurociencias) implica una labor de documentación**, es importante proceder de manera apropiada en términos de citas y referencias a autores y obras. Dada la implicación de las neurociencias, se valorará positivamente la utilización del estilo APA en el formato de las referencias científicas.

A continuación, se detalla una serie de posibles opciones de elección para los pasos 1, 2, 3 y 4 de la actividad.

- 1. Selección de un problema técnico a resolver.** Puede escogerse libremente cualquier problema/desafío de la vida real que se desee. Aquí se propone algunas ideas, simplemente a modo de ejemplo:

- Robot de limpieza en el hogar o en una instalación empresarial, con las distintas funciones que necesitará abarcar (percepción del espacio y el entorno, distinción visual de la suciedad, actividad motora correspondiente al barrido, fregado, lavado, etc.).

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
Inteligencia Artificial y Computación Cognitiva	Apellidos:	
	Nombre:	

- Cadena industrial de montaje (por ejemplo, de vehículos: hay piezas que deben agarrarse con pinzas, otras requieren atornillar, otras ventosas -como las lunas-, cada uno de esos componentes con sus tipos de movimiento - giratorio, de presión, de fuerza, etc.).
- Robot bailarín para interpretar una coreografía (percepción de la música, memoria y aprendizaje, detección de ritmos, actividad motora rítmica, procesos de emoción, etc.).
- Robot destinado a hablar e interactuar con las personas para funcionar como asistente en el hogar o en el trabajo.
- Robot que, junto con otros semejantes, conforme una banda musical artificial (con las diferencias que implica cada tipo de instrumento musical -viento, cuerda, percusión, etc.).
- Cadena industrial de montaje (por ejemplo, de vehículos: hay piezas que deben agarrarse con pinzas, otras requieren atornillar, otras ventosas -como las lunas-, cada uno de esos componentes con sus tipos de movimiento - giratorio, de presión, de fuerza, etc.).
- Dron luminoso para dibujar, en conjunto con otros semejantes, figuras en el aire y crear espectáculos luminosos nocturnos. Robot destinado a hablar e interactuar con las personas para funcionar como asistente en el hogar o en el trabajo.
- Vehículos autónomos (percepción del entorno, accionamiento de efectores, aprendizaje en memoria, toma ejecutiva de decisiones, etc.).

- 2. Análisis de las funciones computacionales que el agente conjunto deberá desempeñar para enfrentarse a su objetivo.** La determinación de estas funciones dependerá de la problemática real escogida. No obstante, cabe considerar, comúnmente, la necesidad de pensar en procesos como los siguientes (a modo de ejemplo):

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
Inteligencia Artificial y Computación Cognitiva	Apellidos:	
	Nombre:	

- Percepción del entorno.
- Almacenamiento de datos y gestión en memoria.
- Accionamiento motor de efectores. Procesamiento de lenguaje natural.
- Gestión de recursos de energía del sistema (batería, red eléctrica, etc.).
- Toma de decisiones y clasificación.

3. Elección de las funciones cognitivas humanas (o animales en general) que pueden bioinspirar las funciones computacionales detalladas en el punto anterior. Estas funciones cognitivas que servirán como bioinspiración serán las incluidas en la asignatura:

- ▶ **Percepción** (Tema 6). Percepción de los sentidos en general, y de la visión en particular.
- ▶ **Funciones motoras** (Tema 6). Motricidad elaborada y refleja.
- ▶ **Emoción** (Tema 7). Emociones básicas y secundarias con sus mecanismos de acción.
- ▶ **Motivación** (Tema 7). Mecanismos motivacionales intrínsecos y extrínsecos, basados en circuitos dopaminérgicos.
- ▶ **Memoria** (Tema 8). Memoria sensorial, operativa, a largo plazo, declarativa semántica, declarativa episódica y procedimental.
- ▶ **Lenguaje** (Tema 8). Producción, comprensión del lenguaje y estructuración del pensamiento categórico en conjunto con el lenguaje.
- ▶ **Funciones ejecutivas** (Tema 9). Memoria operativa, razonamiento, planificación, flexibilidad, inhibición, toma de decisiones, estimación temporal, atención dividida y multitarea.

4. Selección de un modelo cognitivo propuesto por la neurociencia cognitiva y la psicología para describir y explicar las funciones escogidas como bioinspiración. Serán válidos tanto los modelos cognitivos que son mencionados en la asignatura

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
Inteligencia Artificial y Computación Cognitiva	Apellidos:	
	Nombre:	

como todo aquel que el equipo de trabajo pueda obtener por documentación propia. A continuación, se propone una serie de ejemplos:

- Modelo de Marr para la visión.
- Modelo de proceso motivacional de Palmero.
- Modelo de Ellis y Young para la visión y la detección de rostros.
- Leyes del efecto y el refuerzo (condicionamiento operante).
- Secuencia de pasos del control motor humano (selección de la acción, planificación, programación motora y ejecución de la acción).
- Modelo de conducta propositiva de Tolman.
- Modelo del punto de equilibrio de Feldman.
- Teoría del campo de fuerza de Lewin.
- Modelo de Marteniuk.
- Teorías de expectativa-valor.
- Circuito límbico de la emoción.
- Teoría del aprendizaje cognoscitivo de Rotter.
- Teoría de la emoción: dimensiones de intensidad y polaridad, carácter primario y secundario, etc.
- Circuito dopaminérgico de recompensa en la motivación.
- Teoría de la emoción: teorías periféricas (James-Lang).
- Modelo de Patterson y Shewell del lenguaje oral y escrito.
- Teoría de la emoción: teorías centrales (Cannon-Bard).
- Modelo de Wernicke-Lichteim del lenguaje.
- Teoría del marcador somático de Damasio.
- Modelo de Geschwind del lenguaje.
- Teoría de la motivación: energía y dirección.
- Modelo de Mesulam del lenguaje.
- Teoría de la motivación: teorías reactivas.
- Modelo de Damasio del lenguaje.
- Teoría de la motivación: teorías de activación.
- Modelo de Atkinson y Shiffrin de la memoria Humana.
- Teoría de la motivación: motivación intrínseca y motivación básica.
- Modelo de Baddeley y Hitch de la memoria operativa.
- Modelo de proceso motivacional de Deckers.
- Modelo de organización vertical de los conceptos de Rosch.
- Modelo de proceso motivacional de Fernández-Abascal.

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
Inteligencia Artificial y Computación Cognitiva	Apellidos:	
	Nombre:	

Extensión máxima

La extensión máxima permitida en esta actividad es de cinco páginas (cinco caras de folio), fuente Calibri, tamaño 12 e interlineado 1,5.