Actividad autocorregible: Análisis de casos prácticos de bioinspiración entre neurociencia cognitiva e inteligencia artificial

Objetivos

El objetivo principal de esta actividad es que el estudiante adquiera la capacidad de ver reflejados, en problemas reales del ámbito de la computación, los paralelismos que es posible establecer entre la computación y la neurociencia cognitiva. Estos paralelismos son los que, en multitud de ocasiones, pueden conducir a una mejora de los modelos artificiales existentes en IA por bioinspiración en la cognición y el sistema nervioso humano. Asimismo, también a la inversa, permiten constatar que también los modelos artificiales pueden proporcionar indicios y muestras que conduzcan a la mejora de los modelos formales de las ciencias cognitivas.

Pautas de elaboración

Cada una de las preguntas de esta actividad contiene el planteamiento de un escenario aplicado de la computación y la inteligencia artificial. El alumno deberá escoger, en cada pregunta, la opción de respuesta que expone el paralelismo más correcto entre la situación computacional propuesta y su interpretación bioinspirada desde la neurociencia cognitiva.

Preguntas

1. Estamos construyendo un computador que debe ser capaz de percibir información óptica, acústica, mecánica y térmica. Para ello, cuenta con sensores que convierten cada tipo diferente de energía captada en corrientes eléctricas que deberán ser procesadas en módulos concretos y diferentes de su placa madre. Supongamos que instalamos un mecanismo, llamado distribuidor, que recibe todas las informaciones de cada clase, las filtra, las preanaliza y, finalmente, las envía al módulo de procesamiento avanzado que le corresponde a cada una. Bioinspirándonos en el cerebro humano, ¿qué estructura cerebral es la que posee una función más parecida a la de este distribuidor de nuestro computador?

A. Los receptores sensoriales.

B. La médula espinal.

C. Las cortezas cerebrales primarias visual, auditiva y somatosensorial.

D. El tálamo.

1. Un equipo policial busca a un fugitivo del que se sabe qué modelo de automóvil conduce. Para ello, deseamos entrenar a una IA para que, a partir de un set previo de imágenes de dicho modelo de automóvil, aprenda a reconocerlo cuando sea visto por las cámaras de seguridad de la ciudad. Sin embargo, el set de imágenes de entrenamiento solo incluye fotografías del automóvil visto de frente, lo cual genera un problema en nuestra IA, que no es capaz de reconocer el automóvil en las grabaciones urbanas en las que se le ve de perfil o por detrás. Bioinspirándonos en el modelo de percepción visual de tres fases de Marr, ¿cuál de las fases es la que estaría fallando?

A. Fase de bosquejo inicial.

B. Fase de representación en 2½D centrada en el observador.

C. Fase de modelo 3D centrado en el objeto.

D. Ninguna de las anteriores.

1. Supongamos que fabricamos un robot con dos brazos y manos artificiales, dotado de una IA que le permite aprender a sostener objetos sin que se le caigan. Para cumplir con su función, el robot mueve los brazos y las manos gracias a una serie de muelles de cierta constante elástica (valor numérico que determina cuánta fuerza ejerce el muelle según su grado de estiramiento o contracción). Gracias a ello, cuando se le coloca un objeto en las manos que comienza a deformar sus muelles, el robot ajusta en todo momento esta constante elástica hasta recobrar el equilibrio y conseguir evitar que se le caiga el objeto. Bioinspirándonos neurocientíficamente en el ser humano, ¿cuál de las siguientes opciones describe correctamente las funciones neurales que serían equivalentes a las necesarias en este robot?

A. Las funciones motoras y la memoria episódica, para recordar qué ha ocurrido con cada objeto.

B. Las funciones motoras y la memoria sensorial, ya que el robot necesita un reactivar en la medida de lo posible el recuerdo inmediato del peso del objeto para poder agarrarlo con firmeza.

C. Las funciones motoras y la propiocepción, porque el robot necesita percibir sus propias fluctuaciones de tensión en los muelles para decidir el movimiento que mejor compense el peso del objeto.

D. La propiocepción y la emoción, ya que la posibilidad de que el objeto caiga al suelo debe ser computada emocionalmente como una amenaza, en conjunto con la información sobre el estiramiento de los muelles y su tensión.

1. Supongamos que deseamos fabricar un robot que sea capaz de disparar bolas de pintura a una diana mientras monta en una bicicleta. Para ello, hemos entrenado una IA para hacerle aprender ambas tareas por separado. Sin embargo, al tratar de realizarlas a la vez, sus recursos computacionales limitados no le permiten rendir en ambas simultáneamente. Para resolver este problema, instalamos en el robot un módulo extra llamado automatizador que adquiere información sobre las variables de movimiento de la bicicleta en cada momento y precalcula la mejor secuencia de movimientos para permanecer en movimiento sin caerse. Esto permite al robot concentrar toda su potencia computacional en el disparo de bolas de pintura, pudiendo ahora simultanearlo de forma exitosa con el movimiento en bicicleta. Desde el punto de vista de la neurociencia, ¿qué parte del sistema nervioso habría servido como bioinspiración para este módulo automatizador?

A. La corteza somatosensorial, porque es la encargada de procesar la información propioceptiva que procede de los músculos, permitiendo detectar qué correcciones son necesarias para no caerse de la bicicleta.

B. Los ganglios basales y el cerebelo, ya que, aunque no poseen la habilidad de emitir órdenes motoras directas, sí que permiten procesar la automatización y corrección instantánea de los movimientos para ahorrar esa carga computacional a la corteza motora.

C. La corteza motora, porque es la estructura que tiene la capacidad de emitir órdenes motoras y decidir, con ello, cómo se deben corregir las mismas, tomando información de la propiocepción.

D. A y C son correctas.

1. Con el fin de detectar emociones en imágenes fijas de rostros humanos, entrenamos una IA mediante aprendizaje supervisado por bioinspiración del circuito dopaminérgico de recompensa humano. Cada vez que la IA acierta en su análisis, le suministramos un cierto refuerzo (premio). Este refuerzo consiste en que aumentamos en su memoria el conjunto de imágenes que le sirven de base, suministrándole directamente la información sobre las emociones que hay presentes en ellas. Esto significa que su base de conocimiento y su capacidad de acierto se ve aumentada sin haber ensayado desde la última vez. Ahora, imaginemos que le pedimos detectar emociones en imágenes de perros y gatos en lugar de humanos. Aunque no sea su objetivo, cada vez que se aproxime al acierto, la reforzamos nuevamente con un aumento en su memoria de imágenes humanas, lo que servirá como mejoría cuando siga procesando imágenes en personas. Desde el punto de vista bioinspirado, ¿cuál de las siguientes opciones describiría mejor lo ocurrido si se tratase de la motivación en un humano?

A. Cuando la IA trabaja detectando emociones en humanos, lo hace por motivación intrínseca (porque el refuerzo va encaminado a la mejoría de su desempeño en esta actividad, que es su predilecta). Sin embargo, cuando la IA trabaja detectando emociones en perros y gatos (tarea no predilecta), lo hace por motivación extrínseca, ya que se ve atraída por obtener un refuerzo para la tarea de las personas (que sí es la predilecta), aunque no le repercuta en la de los perros y los gatos.

B. Cuando la IA trabaja detectando emociones en perros y gatos, lo hace por motivación intrínseca, porque el refuerzo va encaminado a la mejoría de su desempeño en esta actividad, que no es su predilecta. Sin embargo, cuando trabaja detectando emociones en personas (tarea predilecta), lo hace por motivación extrínseca, ya que se ve atraída a obtener un refuerzo para esta tarea.

C. Cuando la IA trabaja detectando emociones en humanos, lo hace por motivación intrínseca (porque el refuerzo va encaminado a la mejoría de su desempeño en esta actividad, que es su predilecta). Asimismo, cuando la IA trabaja detectando emociones en perros y gatos (tarea no predilecta), lo hace igualmente por motivación intrínseca, ya que se ve atraída por obtener un refuerzo para la tarea de las personas (que sí es la predilecta), aunque no le repercuta en la de los perros y los gatos.

D. Cuando la IA trabaja detectando emociones en humanos, lo hace por motivación extrínseca. Asimismo, cuando la IA trabaja detectando emociones en perros y gatos (tarea no predilecta), lo hace igualmente por motivación extrínseca, ya que se ve atraída por obtener un refuerzo para la tarea de las personas (que sí es la predilecta), aunque no le repercuta en la de los perros y los gatos.

1. Situémonos de nuevo en el ejemplo de la IA de la pregunta 5, pero enfoquémosla esta vez desde el punto de vista de la emoción y no de la motivación. Cada vez que la máquina acierta detectando imágenes en humanos, la reforzamos aumentando su base de conocimiento previa de imágenes y emociones. Ahora, en cambio, también es parte del refuerzo el permitirle trabajar con una mayor potencia de cómputo (lo que también le permite mejorar su rendimiento). Supongamos que la cuantía en la que el refuerzo aumenta la potencia y la base de memoria es proporcional al grado de acierto de la IA. En esta ocasión, sin embargo, también añadiremos un refuerzo negativo proporcional al nivel de error cometido en la identificación de emociones. Este refuerzo negativo será una pérdida de potencia computacional. Desde un punto de vista bioinspirado en las emociones humanas, ¿cuál de las siguientes afirmaciones describe mejor el funcionamiento del refuerzo en el aprendizaje de esta IA?

A. El aumento en la potencia de cómputo es comparable a la dimensión emocional de polaridad (cómo de agradable es la emoción que se siente), mientras que el aumento en la base de conocimiento previo puede interpretarse como algo que genera una emoción de intensidad activadora.

B. El aumento en la potencia de cómputo es comparable a la dimensión emocional de activación (cómo de agradable es la emoción que se siente), mientras que el aumento en la base de conocimiento previo puede interpretarse como algo que genera una emoción de intensidad desenergizante.

C. Nos encontraríamos bioinspirando el refuerzo positivo como una emoción primaria y el refuerzo negativo como una emoción secundaria.

D. B y D son correctas.

1. En la informática de consumo, es común que los distintos tipos de archivos que manejamos en nuestros computadores posean metadatos. Estos metadatos permiten conocer propiedades del archivo, como su fecha y hora de creación y de última edición. Si hiciésemos un paralelismo bioinspirado con la memoria humana, ¿a qué tipo de memoria recordarían más estos metadatos relativos a fechas y horas de creación y edición?

A. A la memoria procedimental, porque los metadatos como la fecha y la hora contienen información relativa a cómo debe ser gestionado un archivo y qué tipo de cosas se puede hacer con él.

B. A la memoria sensorial, ya que los metadatos como la fecha y la hora contienen información sobre el archivo que es relativa al tipo de información perceptible por los medios de *hardware* de entrada del computador.

C. A la memoria implícita, porque la relevancia de estos metadatos de fecha y hora no está en que sean transmisibles ni en que presenten ninguna utilidad, sino que sean simplemente inherentes al archivo.

D. A la memoria episódica, ya que la fecha y la hora son una nota de contexto temporal similar a la sensación biográfica de los recuerdos de las vivencias de las personas.

1. En la actualidad, los asistentes de conversación más avanzados que la IA ha logrado crear funcionan porque, entre otras funciones, gestionan muy acertadamente los siguientes recursos relativos a la actividad lingüística: un banco de palabras amplio y completo, un conocimiento estructurado de los datos sobre el mundo, una eficiente articulación del lenguaje y una correcta comprensión de lo que las personas les decimos. En un paralelismo bioinspirado con el lenguaje humano, relaciona a continuación cada una de las siguientes instancias de la cognición lingüística y de pensamiento humana con las mencionadas capacidades de las IA conversacionales:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Área de Wernicke. | 1 B |  | A | Conocimiento del mundo. |
| Lexicón. | 2 C |  | B | Comprensión del lenguaje. |
| Área de Broca. | 3 D |  | C | Banco de palabras. |
| Categorías verticales del pensamiento. | 4 A |  | D | Articulación del lenguaje. |