

DESCRIPCIÓN

Título de la invención

DISPOSITIVO DE SEGUIMIENTO DEL CONOCIMIENTO DEL USUARIO
BASADO EN APRENDIZAJE DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL, SISTEMA Y
5 MÉTODO DE CONTROL DEL MISMO

Campo técnico

[0001] La presente descripción se refiere a un dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario, un sistema y un método de operación del mismo basado en
10 el aprendizaje de inteligencia artificial. Más específicamente, la presente descripción se refiere a un modelo de inteligencia artificial basado en la estructura del transformador como un modelo de seguimiento del conocimiento que se entrena ingresando información de ejercicio a un codificador del mismo e ingresando información de respuesta a un decodificador del mismo para predecir la probabilidad
15 de respuesta correcta de un usuario basada en el modelo de seguimiento del conocimiento entrenado.

Estado de la técnica de fundamento

[0002] Recientemente, el uso de Internet y dispositivos electrónicos se ha llevado
20 a cabo activamente en varios campos, y el entorno educativo también está cambiando rápidamente. En particular, con el desarrollo de diversos medios educativos, los alumnos pueden elegir y utilizar una gama más amplia de métodos de aprendizaje. Entre estos métodos de aprendizaje, los servicios de educación a través de Internet se han posicionado como un importante método de enseñanza y aprendizaje debido a la

ventaja de superar las limitaciones de tiempo y espacio y permitir una educación de bajo costo.

- [0003] En respuesta a estas tendencias, también se están diversificando los servicios de educación personalizados, que no se pueden lograr en la educación fuera de línea debido a los recursos humanos y materiales limitados. Por ejemplo, mediante el uso de inteligencia artificial para proporcionar contenido educativo subdividido según las personalidades y habilidades de los alumnos, el contenido educativo se proporciona de acuerdo con la competencia individual de los alumnos, rompiendo con el método educativo uniforme del pasado.
- 10 [0004] El modelo de seguimiento del conocimiento es un modelo de inteligencia artificial que modela los niveles de adquisición de conocimiento de los estudiantes en función de las líneas de flujo de aprendizaje de los estudiantes. En concreto, cuando se proporcionan registros que incluyen ejercicios resueltos por los alumnos y las respuestas de los alumnos a estos ejercicios, el modelo de inteligencia artificial supone
- 15 predecir una probabilidad de que los alumnos respondan correctamente los siguientes ejercicios dados.

- [0005] La mayoría de los modelos existentes de seguimiento del conocimiento basados en el aprendizaje profundo predicen las respuestas correctas e incorrectas de los estudiantes centrándose en los ejercicios o conceptos correspondientes a los
- 20 ejercicios y centrándose en si los estudiantes han respondido los ejercicios correctamente. Sin embargo, la información de tiempo relacionada con las respuestas de los estudiantes, tal como cuánto tiempo les llevó resolver los ejercicios y cuánto tiempo ha transcurrido desde que los estudiantes respondieron a los ejercicios anteriores, puede considerarse información esencial para rastrear los estados de

conocimiento de los estudiantes y predecir las respuestas correctas e incorrectas con mayor precisión.

- [0006] Por ejemplo, cuando un estudiante responde correctamente un ejercicio en particular, pero le tomó mucho tiempo resolverlo, no se puede decir que el estudiante
5 entendió bien el ejercicio. Además, cuando ha pasado mucho tiempo desde que un alumno estudió ejercicios de conceptos particulares, aunque el alumno haya respondido correctamente una serie de ejercicios relacionados antes, cuando el alumno resuelve ejercicios con el mismo concepto en la actualidad, existe la probabilidad de que el estudiante olvide el concepto y responda los ejercicios incorrectamente.
- 10 [0007] Es posible que los modelos que no usan información de tiempo sobre la respuesta no identifiquen estos ejercicios y, por lo tanto, la precisión de predicción de los modelos es inevitablemente menor que la de los modelos que usan información de tiempo.

15 **Divulgación**

Problema técnico

- [0008] Un aspecto de la presente descripción es proporcionar un dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario, un sistema y un método de operación del mismo capaz de predecir una probabilidad de respuesta correcta con mayor precisión
20 mediante la predicción de la probabilidad de respuesta correcta en función de un modelo de inteligencia artificial entrenado ingresando información del ejercicio a un codificador e información de respuesta a un decodificador en una red neuronal artificial basada en una estructura del transformador.
- [0009] Además, otro aspecto de la presente descripción es proporcionar un
25 dispositivo de seguimiento del conocimiento de usuario, un sistema y un método de

operación del mismo capaz de predecir una probabilidad de respuesta correcta a un ejercicio particular con mayor precisión mediante el entrenamiento de un modelo de inteligencia artificial basado en información de tiempo relacionado con la respuesta de un alumno, tal como el tiempo que tarda un usuario en resolver un ejercicio y el tiempo de retraso entre la resolución de un ejercicio anterior y la resolución de un ejercicio posterior.

[0010] Además, otro aspecto de la presente descripción es proporcionar un dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario, un sistema y un método de operación del mismo capaz de predecir una probabilidad correcta de manera más eficiente mediante la determinación de un método de integración de información de tiempo basado en los parámetros extraídos de la información del ejercicio y la información de respuesta, tal como el número promedio de ejercicios resueltos por un usuario y un valor promedio y de varianza de la distribución de información de tiempo recopilada.

[0011] Los aspectos adicionales de la presente descripción no se limitan a los aspectos descritos anteriormente. Es decir, otros aspectos que no se describen pueden ser entendidos obviamente por los expertos en la técnica a partir de la siguiente especificación.

20 **Solución técnica**

[0012] De acuerdo con un aspecto de la descripción, un dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario para predecir una probabilidad de respuesta correcta usando información de tiempo relacionada con la resolución de ejercicios incluye una unidad de almacenamiento de información de respuestas de ejercicios configurada para almacenar información de respuestas de ejercicios que incluye información de

ejercicios proporcionada a un usuario para el aprendizaje y la información de respuesta a un registro de resolución de un ejercicio resuelto por el usuario, una unidad de ejecución de integración configurada para recibir la información de respuesta desde la unidad de almacenamiento de información de respuesta del ejercicio y realizar la

5 integración de la información de tiempo incluida en la información de respuesta, y una unidad de entrenamiento de modelo configurada para ingresar una información de ejercicio integrada e información de respuesta y ajustar un peso que indica una relación entre la información de tiempo incluida en la información de respuesta y la probabilidad de respuesta correcta de un usuario para entrenar el modelo de

10 seguimiento del conocimiento para predecir la probabilidad de respuesta correcta de un usuario para un ejercicio que el usuario aún no ha resuelto en función del peso.

[0013] De acuerdo con otro aspecto de la divulgación, un método de operación de un dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario para predecir una probabilidad de respuesta correcta utilizando información de tiempo relacionada con

15 la resolución de ejercicios incluye almacenar información de respuestas de ejercicios, que incluye información de ejercicios proporcionada a un usuario para aprendizaje e información de respuestas a un registro de resolución para un ejercicio resuelto por el usuario en una unidad de almacenamiento de información de respuestas de ejercicios, recibir la información de respuestas desde la unidad de almacenamiento de

20 información de respuestas de ejercicios y realizar la integración de la información de tiempo incluida en la información de respuesta, e ingresar la información de ejercicio integrada y la información de respuesta a un modelo de seguimiento del conocimiento y ajustar un peso que indica una relación entre la información de tiempo incluida en la información de respuesta y la probabilidad de respuesta correcta de un usuario para

25 entrenar el modelo de seguimiento del conocimiento para predecir la probabilidad de

respuesta correcta de un usuario para un ejercicio que el usuario aún no resuelto basado en el peso.

[0014] Los contenidos detallados de otras modalidades se describen en una descripción detallada y se ilustran en los dibujos adjuntos.

5

Efectos ventajosos

[0015] De acuerdo con un dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario, un sistema y un método operativo del mismo de acuerdo con una modalidad de la presente divulgación, es posible predecir una probabilidad de respuesta correcta con mayor precisión mediante el uso de un modelo de inteligencia artificial basado en la estructura del transformador como modelo de seguimiento del conocimiento que se entrena introduciendo información de ejercicios en un decodificador e información de respuestas en un decodificador en el modelo de seguimiento del conocimiento para predecir la probabilidad de respuesta correcta en función del modelo de seguimiento del conocimiento entrenado.

10

15

[0016] Además, de acuerdo con un dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario, un sistema y un método operativo del mismo de acuerdo con una modalidad de la presente divulgación, es posible predecir una probabilidad de respuesta correcta para un ejercicio particular con mayor precisión entrenando un modelo de seguimiento del conocimiento basado en información de tiempo relacionada con la respuesta de un estudiante, tal como el tiempo que tarda un usuario en resolver un ejercicio y un tiempo de retraso, que es el tiempo que tarda en comenzar a resolver un ejercicio posterior después de que se haya resuelto un ejercicio anterior.

20

[0017] Además, de acuerdo con un dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario, un sistema y un método operativo del mismo de acuerdo con una

25

modalidad de la presente descripción, es posible predecir una probabilidad correcta de manera más eficiente mediante la determinación de un método de integración de información de tiempo en función de los parámetros extraídos a partir de información de ejercicios e información de respuestas, tal como el número promedio de ejercicios que un usuario ha resuelto y un valor promedio y de varianza de la distribución de información de tiempo recopilada.

[0018] Los efectos de la descripción de la presente invención no se limitan a los efectos descritos anteriormente, y los expertos en la técnica pueden entender obviamente otros efectos que no se describen a partir de la descripción detallada anterior.

Descripción de los dibujos

[0019] La FIG: 1 es un diagrama de bloques para describir una configuración de un sistema de seguimiento del conocimiento del usuario según una modalidad de la presente descripción;

[0020] La FIG: 2 es un diagrama de bloques para describir una configuración de un terminal de usuario según una modalidad de la presente divulgación;

[0021] La FIG: 3 es un diagrama de bloques para describir una configuración de un dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario de acuerdo con una modalidad de la presente descripción;

[0022] La FIG: 4 es un diagrama para describir un tiempo transcurrido y un tiempo de retraso de acuerdo con una modalidad de la presente divulgación;

[0023] La FIG: 5 es un diagrama para describir una operación de una red neuronal artificial basada en una estructura del transformador de acuerdo con una modalidad de la presente descripción;

[0024] La FIG: 6 es un diagrama para describir el enmascaramiento de la consulta de clave y el enmascaramiento triangular superior; y

[0025] La FIG: 7 es un diagrama de flujo para describir una operación del dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario de acuerdo con la modalidad
5 de la presente divulgación.

Modo para la invención

[0026] Varias ventajas y características de la presente descripción y los métodos para lograrlas se harán evidentes a partir de las modalidades que se describirán en
10 detalle a continuación con referencia a los dibujos adjuntos. Sin embargo, la presente divulgación no se limita a las modalidades que se describirán a continuación, sino que puede implementarse de varias formas diferentes, estas modalidades ejemplares se proporcionarán solo para completar la presente divulgación y permitir que los expertos en la técnica reconozcan completamente el alcance de la presente divulgación, y la
15 presente divulgación estará definida por el alcance de las reivindicaciones.

[0027] A menos que se defina de otro modo, todos los términos (incluidos los términos técnicos y científicos) utilizados en la presente especificación tienen el mismo significado que los significados comúnmente entendidos por los expertos en la técnica a la que se refiere la presente descripción. Además, los términos definidos en
20 los diccionarios de uso común no se interpretan de manera ideal o excesiva a menos que se defina explícitamente de otra manera.

[0028] Los términos utilizados en la presente divulgación son para describir modalidades ejemplares en lugar de limitar la presente divulgación. A menos que se indique lo contrario, una forma singular incluye una forma plural en la presente
25 especificación. A lo largo de esta especificación, se entenderá que los términos

“comprende” y/o “que comprende” implican la inclusión de los constituyentes establecidos, pero no la exclusión de ningún otro constituyente.

[0029] Al describir las modalidades en la presente especificación, debe entenderse que cuando se hace referencia a un componente como “conectado a” o “acoplado a”
5 otro componente, un componente puede estar conectado o acoplado directamente a otro componente o puede estar conectado o acoplado a otro componente con el otro componente interpuesto entre ellos.

[0030] A continuación, se describirán modalidades ejemplares de la presente divulgación con referencia a los dibujos adjuntos. En los dibujos, números de
10 referencia similares indican componentes similares.

[0031] La FIG: 1 es un diagrama para describir una operación de un sistema de seguimiento del conocimiento del usuario de acuerdo con una modalidad de la presente divulgación.

[0032] Haciendo referencia a la Fig. 1, un sistema de seguimiento del conocimiento
15 del usuario 50 puede incluir un terminal de usuario 100 y un dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario 200.

[0033] El terminal de usuario 100 muestra ejercicios para ser resueltos por un usuario. En este caso, los ejercicios que debe resolver el usuario pueden proporcionarse desde el dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario 200 o pueden
20 proporcionarse desde un dispositivo externo separado (no ilustrado). Cuando el usuario resuelve un ejercicio predeterminado entre los ejercicios mostrados, el terminal de usuario 100 transmite información de respuesta que incluye un registro de una respuesta al ejercicio resuelto por el usuario al dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario 200. La configuración del terminal de usuario 100 se
25 describirá más adelante con referencia a la FIG. 2.

[0034] El dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario 200 puede recibir información de respuesta que incluye el registro de la respuesta al ejercicio resuelto por el usuario desde el terminal de usuario 100. Posteriormente, el dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario 200 puede entrenar un modelo de seguimiento del conocimiento basado en la información del ejercicio y la información de respuesta que son piezas de información sobre el ejercicio resuelto por el usuario. El modelo de seguimiento del conocimiento entrenado puede usarse para predecir la probabilidad de respuesta correcta de un usuario para un ejercicio dado cuando al usuario se le da un ejercicio arbitrario que aún no ha resuelto. La probabilidad de respuesta correcta del usuario para el ejercicio dado significa la probabilidad de obtener una respuesta correcta cuando el usuario resuelve el ejercicio dado.

[0035] El modelo convencional de seguimiento del conocimiento basado en el aprendizaje profundo presta atención solo a un ejercicio y la respuesta de un estudiante al predecir la probabilidad de respuesta correcta de un estudiante para un ejercicio predeterminado. Es decir, el modelo convencional de seguimiento del conocimiento basado en el aprendizaje profundo no tiene en cuenta la información relacionada con el tiempo de respuesta de un alumno, tal como el tiempo que tarda un alumno en resolver un ejercicio y cuánto tiempo ha transcurrido desde que el alumno completó la resolución de un ejercicio anterior.

[0036] Dado que el modelo de seguimiento del conocimiento convencional no refleja las características del aprendizaje a lo largo del tiempo, tal como la capacidad de un estudiante de acuerdo con el tiempo que le lleva resolver el ejercicio, y la característica del usuario de olvidar el contenido del aprendizaje con el tiempo, existe un problema en que se reduce la precisión de la probabilidad de respuesta correcta.

[0037] La presente descripción está diseñada para resolver dicho problema. El

dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario 200 según la modalidad de la presente descripción puede predecir la probabilidad de respuesta correcta con mayor precisión mediante el uso de un modelo de inteligencia artificial basado en la estructura del transformador, entrenado en función de la información de respuesta a la que se refleja la información de tiempo.

[0038] De acuerdo con la modalidad de la presente descripción, el modelo de inteligencia artificial basado en la estructura del transformador puede incluir un codificador y un decodificador. El modelo de inteligencia artificial puede entrenarse ingresando información de ejercicio al codificador del modelo de inteligencia artificial e ingresando información de respuesta al decodificador. Luego, en base a un peso determinado como resultado del entrenamiento, se puede predecir la probabilidad de respuesta correcta del usuario para un ejercicio arbitrario que el usuario aún no ha resuelto. Una descripción más detallada de la configuración del dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario 200 y el modelo de inteligencia artificial basado en la estructura del transformador se describirán más adelante con referencia a las FIGS. 3 a 6

[0039] La FIG. 2 es un diagrama para describir una configuración de un terminal de usuario 100 según una modalidad de la presente divulgación.

[0040] Haciendo referencia a la Fig. 2, el terminal de usuario 100 incluye una unidad de comunicación inalámbrica 110, una unidad de entrada 120, una unidad de detección 140, una unidad de salida 150, una unidad de interfaz 160, una memoria 170, una unidad de control 180 y una unidad de fuente de poder 190, y similares. Los componentes ilustrados en la FIG. 2 no son esenciales para implementar el terminal de usuario 100 y, por lo tanto, el terminal de usuario descrito en este documento puede tener más o menos componentes que los enumerados anteriormente.

[0041] Más específicamente, la unidad de comunicación inalámbrica 110 de los componentes puede incluir uno o más módulos que permiten la comunicación inalámbrica entre el terminal de usuario 100 y un sistema de comunicación inalámbrica, entre el terminal de usuario 100 y otros terminales de usuario 100, o entre el terminal
5 de usuario 100 y un servidor externo. Además, la unidad de comunicación inalámbrica 110 puede incluir uno o más módulos que conectan el terminal de usuario 100 a una o más redes.

[0042] La unidad de comunicación inalámbrica 110 puede incluir al menos uno de un módulo de recepción de transmisión 111, un módulo de comunicación móvil 112,
10 un módulo de Internet inalámbrico 113, un módulo de comunicación de corto alcance 114 y un módulo de información de posición 115.

[0043] La unidad de entrada 120 puede incluir una cámara 121 o una unidad de entrada de imagen para ingresar una señal de imagen, un micrófono 122 o una unidad de entrada de audio para ingresar una señal de audio y una unidad de entrada de usuario
15 123 para recibir información de un usuario. La unidad de entrada de usuario 123 puede incluir un teclado táctil, un teclado mecánico y similares. Los datos de voz o datos de imágenes recopilados por la unidad de entrada 120 pueden analizarse y procesarse como un comando de control de un usuario.

[0044] La unidad de detección 140 puede incluir uno o más sensores para detectar
20 al menos una de la información del terminal de usuario 100, la información del entorno circundante que rodea el terminal de usuario 100 y la información del usuario. Por ejemplo, la unidad de detección 140 puede incluir uno o más de un sensor de proximidad 141, un sensor de iluminación 142, un sensor táctil, un sensor de aceleración, un sensor magnético, un sensor de gravedad (gravedad G), un sensor de
25 giroscopio, un sensor de movimiento, un sensor rojo/verde/azul (RGB), un sensor

infrarrojo (sensor IR), un sensor de escaneo de huellas dactilares, un sensor ultrasónico y un sensor óptico. Las piezas de información detectadas por dos o más de los sensores ejemplificados pueden combinarse y utilizarse.

[0045] La unidad de salida 150 es para generar una salida relacionada con el sentido visual, auditivo o táctil. La unidad de salida 150 puede incluir una o más de una unidad de pantalla 151, una unidad de salida de sonido 152, un módulo háptico 153 y una unidad de salida óptica 154. La unidad de pantalla 151 forma una estructura de capas con el sensor táctil o se forma integralmente con el sensor táctil, implementando así una pantalla táctil. La pantalla táctil puede funcionar como la unidad de entrada de usuario 123, que proporciona una interfaz de entrada entre el terminal de usuario 100 y el usuario, y puede proporcionar una interfaz de salida entre el terminal de usuario 100 y el usuario.

[0046] La unidad de interfaz 160 sirve como ruta para varios tipos de dispositivos externos conectados al terminal de usuario 100. La unidad de interfaz 160 puede incluir uno o más puertos de auriculares con cable/inalámbricos, un puerto de cargador externo, un puerto de datos con cable/inalámbrico, un puerto de tarjeta de memoria, un puerto para la conexión de un dispositivo que incluye un módulo de identidad, un puerto de entrada/salida de audio, un puerto de entrada/salida de video y un puerto para auriculares. En el terminal de usuario 100, se puede realizar un control apropiado relacionado con el dispositivo externo conectado en respuesta a la conexión del dispositivo externo a la unidad de interfaz 160.

[0047] Además, la memoria 170 almacena datos que respaldan varias funciones del terminal de usuario 100. La memoria 170 puede almacenar una pluralidad de programas de aplicación o aplicaciones que son manejadas por el terminal de usuario 100 y datos e instrucciones para operar el terminal de usuario 100. Al menos algunos

de estos programas de aplicación pueden descargarse desde el servidor externo a través de la comunicación inalámbrica. Además, al menos algunos de estos programas de aplicación pueden existir en el terminal de usuario 100 desde el momento del envío para funciones básicas (por ejemplo, una función de llamada entrante, una función de llamada saliente, una función de recepción de mensajes y una función de envío de mensajes) del terminal de usuario 100. Mientras tanto, el programa de aplicación puede almacenarse en la memoria 170, instalarse en el terminal de usuario 100 y controlarse mediante la unidad de control 180 para realizar la operación o función del terminal de usuario 100. El programa de aplicación puede ser impulsado para realizar una operación (o función) del dispositivo electrónico.

[0048] Además de la operación relacionada con el programa de aplicación, la unidad de control 180 normalmente controla la operación general del terminal de usuario 100. La unidad de control 180 puede proporcionar o procesar información apropiada o una función para un usuario al procesar señales, datos, información y similares, que se ingresan o emiten a través de los componentes descritos anteriormente, o al controlar el programa de aplicación almacenado en la memoria 170.

[0049] Además, la unidad de control 180 puede controlar al menos algunos de los componentes descritos con referencia a la Fig. 2 para controlar el programa de aplicación almacenado en la memoria 170. Además, la unidad de control 180 puede operar al menos dos o más de los componentes incluidos en el terminal de usuario 100 en combinación entre sí para controlar el programa de aplicación.

[0050] La unidad de fuente de poder 190 recibe energía externa y energía interna bajo el control de la unidad de control 180 y suministra energía a cada componente incluido en el terminal de usuario 100. La unidad de fuente de poder 190 incluye una batería que puede ser una batería incorporada o una batería reemplazable. La FIG: 3

es un diagrama de bloques para describir una configuración del dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario 200 según la modalidad de la presente divulgación.

[0051] Con referencia a la Fig. 3, el dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario 200 puede incluir una unidad de almacenamiento de información de ejercicios-respuestas 210, una unidad de ejecución de integración 220 y una unidad de entrenamiento de modelo 230.

[0052] La unidad de almacenamiento de información de ejercicios-respuestas 210 puede almacenar información de ejercicios-respuestas. La información de ejercicios-respuestas puede incluir información de ejercicios e información de respuestas.

[0053] La información de ejercicios incluye información sobre un ejercicio proporcionado al terminal de usuario 100 para el aprendizaje del usuario. Más específicamente, la información de ejercicios puede incluir un número de ejercicio, conceptos relacionados con el ejercicio correspondiente e información de huellas dactilares del ejercicio correspondiente. Sin embargo, esto es solo un ejemplo, y la información de ejercicios puede incluir además una variedad de piezas de información que pueden expresar un ejercicio.

[0054] La información de respuestas incluye información sobre un registro de resolución de un ejercicio introducido por el usuario en el proceso de resolución del ejercicio. Más específicamente, la información de respuesta puede incluir información sobre si la respuesta a un ejercicio es correcta o incorrecta, el tiempo que le toma a un usuario resolver un ejercicio, una opción seleccionada por un usuario entre múltiples opciones, e información sobre plataformas (web y móvil) sobre las cuales se resuelve un ejercicio. Sin embargo, esto es solo un ejemplo, y la información de respuesta puede incluir además varios tipos de información relacionada con la resolución de ejercicios

de un usuario.

[0055] La unidad de almacenamiento de información de ejercicios-respuestas 210 puede actualizar la información de ejercicios y la información de respuestas cada vez que un usuario resuelve un ejercicio.

5 [0056] La unidad de ejecución de integración 220 puede recibir información de respuestas desde la unidad de almacenamiento de información de ejercicios-respuestas 210 y realizar la integración sobre información de tiempo incluida en la información de respuestas. La información de tiempo se refiere a la información de tiempo relacionada con la respuesta de un usuario a un ejercicio.

10 [0057] El sistema de seguimiento del conocimiento del usuario 50 según la modalidad de la presente divulgación puede entrenar un modelo de inteligencia artificial usando esta información de tiempo.

[0058] De acuerdo con la presente divulgación, utilizando la información de respuesta que incluye la información de tiempo, el tiempo que le toma a un usuario
15 resolver un ejercicio puede reflejarse efectivamente en la predicción de la probabilidad de respuesta correcta. Además, existe el efecto de predecir la probabilidad de respuesta correcta reflejando el efecto de olvido a lo largo del tiempo.

[0059] Un tiempo transcurrido se refiere al tiempo que tarda un usuario en resolver un ejercicio. Un tiempo de retraso se refiere al tiempo que tarda un usuario en
20 comenzar a resolver un ejercicio posterior después de completar la resolución de un ejercicio anterior.

[0060] De acuerdo con una modalidad, la información de tiempo puede incluir información de tiempo transcurrido e información de tiempo de retraso. Sin embargo, la información de tiempo no se limita a esto, y pueden incluirse varios tipos de
25 información que pueden indicar características temporales de la operación de un

usuario relacionada con la resolución de ejercicios.

[0061] El tiempo transcurrido se refiere al tiempo que un usuario dedica a resolver un ejercicio. El tiempo de retraso se refiere al tiempo que tarda el usuario en comenzar a resolver el ejercicio posterior después de que el usuario completa la resolución del ejercicio anterior. Aquí, para una descripción más detallada del tiempo transcurrido y el tiempo de retardo, se hará referencia a la FIG. 4.

[0062] La FIG. 4 es un diagrama para describir el tiempo transcurrido y el tiempo de retraso de acuerdo con la modalidad de la presente divulgación y es un diagrama que ilustra un cronograma para un caso en el que un usuario resuelve el “ejercicio 1” al “ejercicio 3”.

[0063] Con referencia a la FIG. 4, el usuario resuelve el “ejercicio 1” durante un tiempo de t_1 a t_2 y resuelve el “ejercicio 2” durante un tiempo de t_3 a t_4 . Además, la resolución del “ejercicio 3” comienza desde t_5 . Con referencia a la FIG. 4, se puede ver que un tiempo transcurrido (et_1) para el “ejercicio 1” es más largo que un tiempo transcurrido (et_2) para el “ejercicio 2”. Se puede ver que un tiempo de retraso ($lt_2=t_3-t_2$) para el “ejercicio 2”, es decir, el tiempo desde el tiempo t_2 cuando el usuario completa la resolución del “ejercicio 1” hasta el tiempo t_3 cuando la resolución del “ejercicio 2” inicia es más corto que el tiempo de retraso del “ejercicio 3” ($lt_3=t_5-t_4$), es decir, el tiempo desde el tiempo t_4 cuando el usuario completa la resolución del “ejercicio 2” hasta el tiempo t_5 cuando se inicia la resolución del “ejercicio 3”.

[0064] Con referencia nuevamente a la FIG. 3, la unidad de ejecución de integración 220 puede realizar integraciones en la información de tiempo incluida en la información de respuesta. La integración se refiere a vectorizar la información de tiempo incluida en la información de respuesta de modo que el modelo de inteligencia artificial pueda comprender la información de tiempo.

- [0065] En la modalidad anterior, la unidad de ejecución de integración 220 puede realizar integraciones en la información de tiempo transcurrido y la información de tiempo de retraso para ingresar la información de tiempo transcurrido vectorizado y la información de tiempo de retraso vectorizado en el modelo de seguimiento del conocimiento.
- [0066] En la red neuronal artificial, integrar significa hacer un vector con una dimensión más baja que la dimensión original. La integración de la red neuronal artificial convierte miles o decenas de miles de variables de alta dimensión en cientos de variables de baja dimensión.
- [0067] La integración es útil porque tiene un significado suficientemente categórico en el espacio transformado de baja dimensión. A través de la integración la red neuronal artificial puede encontrar la información adyacente más cercana o visualizar un concepto y relevancia entre categorías y proporcionar el concepto visualizado y la relevancia a un usuario.
- [0068] La unidad de ejecución de integración 220 puede integrar información de tiempo usando uno o más métodos de integración de integración numérica o integración categórica. Para este fin, la unidad de ejecución de integración 220 puede incluir una unidad de ejecución de integración numérica 221 y una unidad de ejecución de integración categórica 222.
- [0069] La unidad de ejecución de integración numérica 221 puede generar un vector de integración colocando al menos un vector de aprendizaje de información de tiempo en el modelo de inteligencia artificial y calculando un valor de tiempo en un vector de información de tiempo.
- [0070] Por ejemplo, se supone que un usuario tarda 20 segundos en resolver un ejercicio y un vector preestablecido correspondiente a un tiempo transcurrido es [1, -

1, 3]. En este caso, la información “20 segundos” se vectoriza como $20*[1, -1, 3]=[20, -20, 60]$. Sin embargo, el cálculo del valor del tiempo no se limita a la multiplicación, y pueden usarse varios métodos de cálculo según las modalidades.

[0071] La unidad de ejecución de integración categórica 222 puede integrar cada
5 unidad de tiempo en diferentes vectores de información de tiempo después de dividir la información de tiempo en unidades de tiempo de una unidad preestablecida. Los vectores de información de tiempo pueden introducirse en el modelo de seguimiento del conocimiento después de someterse a un proceso de cálculo preestablecido.

[0072] Por ejemplo, después de redondear el tiempo transcurrido del usuario y
10 expresarlo como un número entero, el tiempo de 1 segundo a 300 segundos puede incorporarse en 300 vectores diferentes. En este caso, cualquier tiempo que supere los 300 segundos podrá considerarse como 300 segundos.

[0073] Los vectores (vectores de integración) generados por la unidad de ejecución
de incorporación numérica 221 y/o la unidad de ejecución de incorporación categórica
15 222 se suman y transmiten cuando se ingresan al modelo de seguimiento del conocimiento, y el modelo de seguimiento del conocimiento puede predecir la probabilidad de respuesta correcta de un alumno para un ejercicio basado en vectores.

[0074] En una modalidad, la unidad de ejecución de integración 220 puede
determinar un método de integración basado en parámetros extraídos de la información
20 de ejercicio y la información de respuesta. El parámetro puede incluir, entre otros, el número promedio de ejercicios resueltos por un usuario, un valor promedio o de varianza de la distribución de la información de tiempo recopilada y la capacidad cuantificada del usuario.

[0075] Como ejemplo, la unidad de ejecución de integración 220 puede determinar
25 que el número de vectores de integración de la información de tiempo es demasiado

grande cuando el número promedio de ejercicios resueltos por un usuario es mayor o igual a un valor de referencia. En este caso, la unidad de ejecución de integración 220 puede realizar integraciones categóricas que tienen el número predeterminado de vectores de integraciones en lugar de realizar integraciones numéricas en las que se genera un vector de integración para cada tiempo de resolución.

[0076] Como otro ejemplo, la unidad de ejecución de integración 220 puede determinar que el número de vectores de integración de información de tiempo es pequeño cuando el valor de varianza de la distribución de información de tiempo es menor o igual que un valor de referencia. En este caso, la unidad de ejecución de integración 220 puede realizar la integración numérica capaz de generar los vectores de integración con relativa precisión, en lugar de realizar la integración categórica que tiene el número predeterminado de vectores de integración.

[0077] En la descripción anterior, se ha descrito principalmente que la unidad de ejecución de integración 220 realiza integraciones en la información de tiempo incluida en la información de respuesta. Sin embargo, el objetivo que realiza la integración no se limita necesariamente a la información de tiempo. Es decir, puede entenderse que la unidad de ejecución de integración 220 realiza la integración en cada una de la información de ejercicio y la información de respuesta, pero realiza selectivamente una de integración numérica e integración categórica en la información de tiempo incluida en la información de respuesta en función de los parámetros extraídos de la información del ejercicio y la información de la respuesta.

[0078] La unidad de entrenamiento de modelos 230 puede entrenar el modelo de seguimiento del conocimiento mediante el método de introducir la información de ejercicio integrada y la información de respuesta integrada en el modelo de seguimiento del conocimiento y ajustar el peso que indica la relación entre la

información de tiempo incluida en la información de respuesta y la probabilidad de respuesta correcta del usuario.

[0079] El modelo de seguimiento del conocimiento puede entrenarse para predecir la probabilidad de respuesta correcta del usuario para un ejercicio arbitrario que el usuario aún no ha resuelto basándose en el peso determinado como resultado del entrenamiento.

[0080] La unidad de entrenamiento del modelo 230 puede entrenar el modelo de seguimiento del conocimiento en una dirección en la que se determina que la capacidad de un usuario es menor a medida que el tiempo transcurrido es mayor, y la probabilidad de respuesta correcta predicha se ajusta a la baja.

[0081] Después de que el usuario completa la resolución de un ejercicio, el usuario espera un tiempo predeterminado sin resolver un ejercicio hasta que comienza a resolver un ejercicio posterior. Por ejemplo, como se ilustra en la FIG. 4, un usuario tiene el tiempo de retraso ($t_2=t_3-t_2$) hasta que comienza a resolver el “ejercicio 2” después de terminar la resolución del “ejercicio 1”. El usuario tiene el tiempo de retraso ($t_3=t_5-t_4$) hasta comenzar a resolver el “ejercicio 3” después de terminar la resolución del “ejercicio 2”.

[0082] La unidad de entrenamiento de modelos 230 determina que el usuario ha olvidado parte del contenido previamente aprendido a medida que el tiempo de retraso se hace más largo. El modelo de seguimiento del conocimiento puede entrenarse en la dirección en la que la probabilidad de respuesta correcta pronosticada se ajusta a la baja.

[0083] La FIG. 5 es un diagrama para describir una operación de una red neuronal artificial basada en una estructura del transformador de acuerdo con una modalidad de la presente divulgación.

[0084] Con referencia a la FIG. 5, el modelo de seguimiento del conocimiento puede incluir un codificador 20 y un decodificador 40. Se introduce un flujo de información de ejercicios en el codificador 20. Un flujo de información de respuesta y una salida del codificador 20 se introducen en el decodificador 40.

5 [0085] Más específicamente, el codificador 20 puede incluir una unidad de procesamiento de información de ejercicio 21 y una unidad de ejecución de no linealización 22. Además, el decodificador 40 puede incluir una primera unidad de procesamiento de información de respuesta 41, una segunda unidad de procesamiento de información de respuesta 42 y una unidad de ejecución sin linealización 43.

10 [0086] El flujo de información del ejercicio puede estar compuesto por una pluralidad de piezas de información de ejercicio ($E_1, E_2, \dots, E_k$) expresadas como un vector. El flujo de información de la respuesta puede estar compuesto por piezas de información de respuesta del usuario ($R_1, R_2, \dots, R_{k-1}$) para cada una de la pluralidad de piezas de información de ejercicio ($E_1, E_2, \dots, E_{k-1}$) expresadas como un vector La
15 información de probabilidad de respuesta correcta puede estar compuesta por fragmentos de información de probabilidad de respuesta correcta del usuario ($r_1^*, r_2^*, \dots, r_k^*$) para cada uno de los fragmentos de información del ejercicio expresados como un vector.

[0087] En una modalidad, cuando la información de respuesta del usuario a la
20 información del ejercicio " E_1 " es " R_1 ", la información de respuesta del usuario a la información del ejercicio " E_2 " es " R_2 ", ... y la información de respuesta del usuario a la información del ejercicio " E_{k-1} " es " R_{k-1} ", la probabilidad de respuesta correcta del usuario a la información del ejercicio " E_k " puede ser " r_k^* ". Es decir, cuando se le presenta al usuario la información del ejercicio " E_k ", la probabilidad de que el usuario
25 responda correctamente la información del ejercicio " E_k " es " r_k^* ".

[0088] La unidad de procesamiento de información del ejercicio 21 puede recibir un flujo de información de ejercicios y realizar una serie de operaciones relacionadas con la autoatención. Estas operaciones pueden incluir un proceso de clasificación de la información del ejercicio E en un vector de consulta, un vector de clave y un vector de valor, un proceso de generación de una pluralidad de valores principales para cada valor de vector dividido, un proceso de generación de pesos de atención a partir de una pluralidad de valores iniciales de consulta y una pluralidad de valores iniciales clave, un proceso de enmascaramiento de los pesos de atención generados y un proceso de generación de datos de predicción aplicando los pesos de atención enmascarado a la pluralidad de valores principales.

[0089] Los datos de predicción generados por la unidad de procesamiento de información del ejercicio 21 pueden ser la información de atención.

[0090] En particular, la unidad de procesamiento de información de ejercicios 21 puede realizar un enmascaramiento triangular superior, así como un enmascaramiento de consulta de clave, durante la operación de enmascaramiento. De acuerdo con una modalidad, después de realizar el enmascaramiento de consulta de clave, se puede realizar el enmascaramiento triangular superior. De acuerdo con otra modalidad, el enmascaramiento de consulta de clave y el enmascaramiento triangular superior pueden realizarse simultáneamente. De acuerdo con otra modalidad, el enmascaramiento triangular superior se puede realizar primero y se puede realizar el enmascaramiento de consulta de clave. A continuación, para facilitar la descripción, se describirá el caso de ejemplo en el que se realiza el enmascaramiento de consulta de clave y luego se realiza el enmascaramiento triangular superior.

[0091] La FIG. 6 es un diagrama para describir el enmascaramiento de consulta de clave y el enmascaramiento triangular superior.

[0092] El enmascaramiento de consulta de clave puede ser una operación que evita que se realice la atención al imponer una penalización sobre un valor (completado con ceros) sin un valor. El valor de los datos de predicción en los que se realiza el enmascaramiento de consulta clave se puede expresar como “0”, y el valor de los datos de predicción en los que no se realiza el enmascaramiento de consulta de clave se puede expresar como “1”. Aunque el enmascaramiento de consulta de clave de la FIG. 6 ejemplifica el caso en el que se enmascaran los últimos valores de la consulta y los últimos valores de las claves, los valores enmascarados se pueden cambiar de diversas formas.

10 [0093] El enmascaramiento triangular superior puede ser una operación que impide prestar atención a la información correspondiente a una posición futura para predecir la probabilidad de respuesta correcta para el ejercicio posterior. En concreto, el enmascaramiento triangular superior puede ser una operación para evitar que se calcule el valor de los datos de predicción a partir de un ejercicio que el usuario aún
15 no ha resuelto. Al igual que el enmascaramiento de consulta de clave, el valor de los datos de predicción en los que se realiza el enmascaramiento triangular superior se puede expresar como “0”, y el valor de los datos de predicción en los que no se realiza el enmascaramiento triangular superior se puede expresar como “1”

[0094] Luego, los valores de los datos de predicción enmascarados se pueden
20 controlar para que tengan una probabilidad cercana a cero cuando se refleja un valor negativo grande arbitrario y se expresa probabilísticamente a través de una función softmax.

[0095] Con referencia nuevamente a la FIG. 5, la unidad de ejecución sin linealización 22 puede realizar una operación de no linealización de la salida de datos
25 de predicción de la unidad de procesamiento de información de ejercicio 21. Puede

usarse una función de unidad lineal rectificada (ReLU) (función de gradiente) para la no linealización, pero no se limita a ello.

[0096] Como se describió anteriormente, puede haber uno o más codificadores 20.

La FIG. 5 ilustra que puede haber N codificadores 20. En este caso, la información de atención generada por el codificador 20 se retroalimenta al codificador 20 para que una serie de operaciones relacionadas con la autoatención y la no linealización puedan repetirse varias veces.

[0097] Mientras tanto, la información de atención generada por el codificador 20 se puede dividir en un vector clave y un vector de valor y se puede ingresar a la segunda unidad de procesamiento de información de respuesta 42. La información de atención puede usarse como un peso para la entrada de datos de consulta a la segunda unidad de procesamiento de información de respuesta 42 y puede usarse para entrenar el modelo de seguimiento del conocimiento.

[0098] La primera unidad de procesamiento de información de respuesta 41 puede recibir el flujo de información de respuesta y realizar una serie de operaciones relacionadas con la autoatención similar a la unidad de procesamiento de información de ejercicio 21. Estas operaciones pueden incluir un proceso de clasificación de la información del ejercicio E en un vector de consulta, un vector de clave y un vector de valor, un proceso de generación de una pluralidad de valores principales para cada valor de vector dividido, un proceso de generación de pesos de atención a partir de una pluralidad de valores iniciales de consulta y una pluralidad de valores iniciales clave, un proceso de enmascaramiento de los pesos de atención generadas y un proceso de generación de datos de predicción aplicando los pesos de atención enmascarados a la pluralidad de valores principales.

[0099] Los datos de predicción generados por la primera unidad de procesamiento

de información de respuesta 41 pueden ser datos de consulta.

[00100] La segunda unidad de procesamiento de información de respuesta 42 puede recibir los datos de consulta desde la primera unidad de procesamiento de información de respuesta 41, recibir la información de atención desde el codificador 20 y generar la información de probabilidad de respuesta correcta r_k^* .

[0101] La información de atención se ingresa al decodificador 40 y luego se puede usar como un peso para la entrada de datos de consulta al decodificador 40 y se usa para entrenar el modelo de seguimiento del conocimiento.

[0102] La información de atención puede ser información sobre un peso asignado para centrarse en un área específica de datos de consulta. Específicamente, el modelo de seguimiento del conocimiento puede reconsiderar todas las partes de los datos de entrada ($E_1, E_2, \dots, E_k, R_1, R_2, \dots, R_{k-1}$) del codificador 20 siempre que el decodificador 40 prediga el resultado de salida r_k^* y puede prestar atención a los datos relacionados con el resultado de salida correspondiente.

[0103] De acuerdo con la operación anterior, la segunda unidad de procesamiento de información de respuesta 42 puede generar " r_k^* ", que es información sobre la probabilidad de respuesta correcta del usuario para la información de ejercicio " E_k ".

[0104] Como se describió anteriormente, puede haber uno o más decodificadores 40. La FIG. 5 ilustra que puede haber N decodificadores 40. En este caso, la información de probabilidad de respuesta correcta r^* generada por el decodificador 40 se retroalimenta al decodificador 40 y, por lo tanto, una serie de operaciones relacionadas con la autoatención, la atención de múltiples cabezas y la no linealización pueden repetirse varias veces.

[0105] Por otro lado, la unidad de procesamiento de información de ejercicio 21, la primera unidad de procesamiento de información de respuesta 41 y la segunda unidad

de procesamiento de información de respuesta 42 pueden realizar el enmascaramiento triangular superior, así como el enmascaramiento de consulta de clave, durante la operación de enmascaramiento.

[0106] En una modalidad de la presente divulgación, la información de ejercicio E_1 , E_2 , ..., E_k puede introducirse en el codificador 20 en forma de vector en el que se realiza la integración. Como se ilustra en la FIG. 5, la información de ejercicio E puede incluir información de identificación de ejercicio (ID de ejercicio, e), información de posición de ejercicio (Posición, p) e información de categoría de ejercicio (Categoría de ejercicio, pt).

[0107] La información de identificación de ejercicio (ID de ejercicio, e) puede ser información única asignada a cada ejercicio. El usuario o la computadora pueden determinar qué ejercicio es el ejercicio correspondiente a través de la información de identificación de ejercicios.

[0108] La información de categoría de ejercicio (Categoría de Ejercicio, pt) puede ser información que indique qué tipo o parte del ejercicio es el ejercicio correspondiente. Por ejemplo, en el TOEIC®, la información de categoría de ejercicio puede ser información que indique si un ejercicio predeterminado es un ejercicio que pertenece a una parte de comprensión auditiva o un ejercicio que pertenece a una parte de lectura. Cuando un determinado ejercicio en el TOEIC pertenece a la parte de comprensión auditiva, la información de categoría de ejercicio en el ejercicio puede ser “Parte 1”. Cuando un determinado ejercicio en el TOEIC pertenece a la parte de comprensión auditiva, la información de categoría de ejercicio en el ejercicio puede ser “Parte 2”.

[0109] La información de posición de ejercicio (Posición, p) puede ser información que indique dónde está situada la información E del ejercicio predeterminada en el

flujo de información del ejercicio, es decir, entre todas las partes de la información del ejercicio. En la estructura del transformador, a diferencia de la estructura RNN, dado que los datos de entrada no se ingresan secuencialmente, es necesario indicar por separado dónde se ubica cada dato de entrada en toda la secuencia de entrada.

5 [0110] La información de identificación de ejercicio, la información de categoría de ejercicio y la información de posición de ejercicio descritas anteriormente pueden integrarse juntas, y cada información integrada puede sumarse e ingresarse en el codificador 20.

[0111] En la modalidad de la presente descripción, las partes de la información de
10 respuesta $R_1, R_2, \dots, R_{k-1}$ pueden introducirse en el decodificador 40 en forma de un vector integrado. Como se ilustra en la FIG. 5, la información de respuesta R puede incluir información de corrección de respuesta (Corrección de respuesta, c), información de posición de respuesta (Posición, p), información de tiempo transcurrido (Tiempo transcurrido, et) e información de tiempo de retraso (Tiempo de
15 retraso, lt).

[0112] La información de corrección de respuesta (Corrección de Respuesta, c) puede ser información que indique si la respuesta del usuario es una respuesta correcta o incorrecta. Por ejemplo, cuando la respuesta del usuario es la respuesta correcta, la información de corrección de respuesta puede expresarse como un vector que indica
20 “1”. Por el contrario, cuando la respuesta del usuario es una respuesta incorrecta, la información de corrección de respuesta puede expresarse como un vector que indica “0”.

[0113] La información de posición de respuesta (Posición, p) puede ser información que indique dónde se encuentra la información de respuesta
25 predeterminada (R) en el flujo de información de respuesta, es decir, la información

de respuesta completa. En la estructura del transformador, a diferencia de la estructura RNN, dado que los datos de entrada no se ingresan secuencialmente, es necesario indicar por separado dónde se coloca cada dato de entrada en toda la secuencia de entrada.

5 [0114] La información de tiempo transcurrido puede ser información que exprese el tiempo que tarda un usuario en resolver un ejercicio como un vector. La información del tiempo transcurrido puede expresarse en segundos, minutos, horas y similares. Además, cuando el tiempo necesario para resolver el ejercicio supere un tiempo de referencia, el tiempo transcurrido podrá determinarse en función del tiempo de
10 referencia. Por ejemplo, cuando el tiempo de referencia es de 300 segundos y el tiempo que lleva resolver un ejercicio excede los 300 segundos, el tiempo transcurrido para el ejercicio puede determinarse en 300 segundos.

[0115] La información de tiempo de retraso puede ser el tiempo desde el momento en que el usuario termina de resolver el ejercicio anterior hasta el momento en que el
15 usuario comienza a resolver el siguiente ejercicio. Sin embargo, en la modalidad, la información de tiempo de retraso puede incluir información que indica el momento en que el usuario resuelve el ejercicio. En este caso, la información de tiempo de retraso puede expresarse como hora, día, mes, año o similar.

[0116] La información de corrección de respuesta descrita anteriormente, la
20 información de posición de respuesta, la información de tiempo transcurrido y la información de tiempo de retraso pueden incorporarse juntas, y cada parte de la información integrada puede sumarse e introducirse en el decodificador 40.

[0117] La FIG. 7 es un diagrama de flujo para describir una operación del dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario de acuerdo con la modalidad
25 de la presente divulgación.

[0118] Con referencia a la FIG. 7, en la operación S501, el dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario 200 puede recopilar la información de tiempo recopilada en el proceso de resolución del ejercicio desde el terminal de usuario 100. La información de tiempo puede incluir la información de tiempo transcurrido y la información de tiempo de retraso. La información de tiempo transcurrido se refiere al tiempo que tarda un usuario en resolver un ejercicio. La información de tiempo de retraso se refiere al tiempo que transcurre hasta que el usuario comienza a resolver el siguiente ejercicio después de responder al ejercicio anterior.

[0119] En la operación S503, el dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario 200 puede generar la información de respuesta R que incluye la información del tiempo transcurrido y la información del tiempo de retraso. La información de respuesta R puede incluir además una o más de la información de corrección de respuesta y la información de posición de respuesta además de la información de tiempo transcurrido y la información de tiempo de retraso.

[0120] En la operación S505, el dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario 200 puede determinar un método de integración de la información de tiempo transcurrido y la información de tiempo de retraso.

[0121] Específicamente, el dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario 200 puede determinar el método de integración en función de los parámetros extraídos desde la información de ejercicio E y la información de respuesta R. El parámetro puede incluir, pero no se limita a, el número promedio de ejercicios resueltos por un usuario, el valor medio o de varianza de la distribución de información de tiempo recopilada, la capacidad del usuario o similares.

[0122] El dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario 200 puede seleccionar un método de integración de cualquiera entre la integración numérica y la

integración categórica basándose en los parámetros extraídos e integrar la información de tiempo usando el método de integración seleccionado.

[0123] En la operación S507, el dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario 200 puede ingresar la información de ejercicio E al codificador 20 del modelo de inteligencia artificial basado en la estructura del transformador e ingresar la información de respuesta R al decodificador 40 del modelo de inteligencia artificial basado en la estructura del transformador.

[0124] En la operación S509, el dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario 200 predice la probabilidad de respuesta correcta r^* del usuario para un ejercicio arbitrario que el usuario aún no ha resuelto basándose en el modelo de seguimiento del conocimiento entrenado usando la información de ejercicio E y la información de respuesta R.

[0125] Anteriormente, las modalidades de la presente divulgación se han descrito con referencia a las FIGS. 1 a 7. En el ejemplo descrito anteriormente, el dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario 200 puede ser un dispositivo informático que incluya uno o más procesadores. Además, los componentes que constituyen el dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario 200 pueden implementarse como un módulo.

[0126] El módulo se refiere a componentes de software o hardware, tal como como una matriz de puertas lógicas programable en campo (FPGA) o un circuito Integrado para aplicaciones específicas (ASIC), y el módulo realiza ciertas funciones. Sin embargo, el módulo no se limita al software o al hardware. El módulo puede configurarse para estar en un medio de almacenamiento direccionable o puede configurarse para ejecutar uno o más procesadores. Por lo tanto, como un ejemplo, el módulo incluye componentes tales como componentes de software, componentes de

software orientados a objetos, componentes de clase y componentes de tarea, procesos, funciones, atributos, procedimientos, subrutinas, segmentos de código de programa, controladores, firmware, un microcódigo, un circuito, datos, una base de datos, estructuras de datos, tablas, arreglos y variables. Las funciones proporcionadas por los componentes y módulos pueden combinarse en un número menor de componentes y módulos o dividirse aún más en componentes y módulos adicionales.

[0127] Aunque las modalidades de la presente divulgación se han descrito anteriormente con referencia a los dibujos adjuntos, los expertos en la técnica a la que se refiere la presente divulgación podrán comprender que la presente descripción puede implementarse en otras formas específicas sin apartarse del espíritu o característica esencial de la presente divulgación. Por lo tanto, debe entenderse que las modalidades descritas anteriormente son ejemplares en todos los aspectos, pero no se limitan a los mismos.

15 **Aplicabilidad industrial**

[0128] Como se describió anteriormente, el dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario, sistema y método de operación del mismo basado en el aprendizaje de inteligencia artificial pueden aplicarse a un campo de servicio de educación en línea que incorpore tecnología de inteligencia artificial.

20

REINVINDICACIONES

1. Un dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario para predecir una probabilidad de respuesta correcta utilizando información de tiempo
5 relacionada con la resolución de ejercicios, el dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario que comprende:

una unidad de almacenamiento de información de ejercicio-respuesta configurada para almacenar información de ejercicio-respuesta que incluye información del ejercicio proporcionada a un usuario para el aprendizaje e información
10 de respuesta a un registro de resolución para un ejercicio resuelto por el usuario;

una unidad de ejecución de integración configurada para recibir la información de respuesta desde la unidad de almacenamiento de información de respuesta de ejercicio y realizar la integración de información de tiempo incluida en la información de respuesta; y

15 una unidad de entrenamiento de modelo configurada para ingresar información de ejercicio integrada e información de respuesta a un modelo de seguimiento del conocimiento y ajustar un peso que indica una relación entre la información de tiempo incluida en la información de respuesta y la probabilidad de respuesta correcta de un usuario para entrenar el modelo de seguimiento del
20 conocimiento para predecir una probabilidad de respuesta correcta del usuario para un ejercicio que el usuario aún no ha resuelto en función del peso.

2. El dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario de la reivindicación 1, en donde la unidad de ejecución de integración incluye una unidad
25 de ejecución de integración numéricas que coloca al menos un vector de aprendizaje

de información de tiempo en un modelo de inteligencia artificial y calcula un valor de tiempo en el vector de información de tiempo para generar un vector de integración.

3. El dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario de la reivindicación 2, en donde la unidad de ejecución de integración incluye una unidad de ejecución de integración categórica que genera el vector de integraciones mediante un método de dividir la información de tiempo en una unidad de tiempo de una unidad preestablecida y luego integrar cada unidad de tiempo en un vector de información de tiempo diferente.

10

4. El dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario de la reivindicación 3, donde la información de tiempo incluye información de tiempo transcurrido, que es el tiempo que tarda el usuario en resolver un ejercicio, e información de tiempo de retraso, que es el tiempo hasta que el usuario resuelve el siguiente ejercicio después de resolver un ejercicio anterior.

15

5. El dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario de la reivindicación 4, en el que la unidad de entrenamiento del modelo entrena el modelo de seguimiento del conocimiento en una dirección en la que se determina que la capacidad del usuario es menor a medida que el tiempo transcurrido se hace mayor, y la probabilidad de respuesta correcta pronosticada se ajusta a la baja. y una dirección en la que se determina que el usuario ha olvidado una parte del contenido aprendido, y la probabilidad de respuesta correcta pronosticada se ajusta hacia abajo.

20

6. El dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario de la reivindicación 5, donde el modelo de seguimiento del conocimiento incluye un codificador que recibe la información del ejercicio y un decodificador que recibe la información de la respuesta, utiliza un modelo de inteligencia artificial basado en la estructura del transformador que considera todos los datos de entrada del codificador cada vez que el decodificador predice un resultado de salida y presta atención a los datos de entrada relacionados con la probabilidad de respuesta correcta a predecir.

7. El dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario de la reivindicación 6, donde el codificador incluye:

una unidad de procesamiento de información del ejercicio configurada para recibir la información del ejercicio y realizar una serie de operaciones relacionadas con la autoatención; y

una unidad de ejecución de no linealización configurada para realizar una operación de salida de datos de predicción sin linealización desde la unidad de procesamiento de información del ejercicio.

8. El dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario de la reivindicación 6, donde el decodificador incluye:

una primera unidad de procesamiento de información de respuesta configurada para recibir la información de respuesta y realizar una serie de operaciones relacionadas con la autoatención;

una segunda unidad de procesamiento de información de respuesta configurada para recibir datos de consulta desde la primera unidad de procesamiento de información de respuesta, recibir información de atención desde el codificador y

emitir información de probabilidad de respuesta correcta sobre la información de ejercicio recibida; y

una unidad que realiza la no linealización configurada para realizar una operación de no linealización de la salida de información de probabilidad de respuesta
5 correcta desde la segunda unidad de procesamiento de información de respuesta.

9. El dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario de la reivindicación 1, en donde la información del ejercicio incluye información de identificación del ejercicio, que es información única dada a cada ejercicio,
10 información de la posición del ejercicio que indica dónde está posicionado el ejercicio entre todas las piezas de información del ejercicio e información de la categoría del ejercicio que indica un tipo o parte del ejercicio.

10. El dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario de la reivindicación 1, en donde la información de respuesta incluye información de
15 precisión de respuesta, que es información que indica si la respuesta de un usuario es correcta o incorrecta, información de posición de respuesta, que es información que indica dónde se ubica la respuesta del usuario en toda la información de respuesta, información de tiempo transcurrido, que es información sobre el tiempo que tarda el
20 usuario en resolver un ejercicio, e información de tiempo de retraso, que es información sobre el tiempo hasta que el usuario comienza a resolver el siguiente ejercicio después de terminar de resolver un ejercicio anterior.

11. Un método de operación de un dispositivo de seguimiento del
25 conocimiento del usuario para predecir una probabilidad de respuesta correcta usando

información de tiempo relacionada con la resolución de ejercicios, el método de operación que comprende:

- almacenar información de ejercicio-respuesta, que incluye información del ejercicio proporcionada a un usuario para información de aprendizaje y respuesta a un
- 5 registro de resolución para un ejercicio resuelto por el usuario en una unidad de almacenamiento de información de ejercicio-respuesta;

recibir la información de respuesta desde la unidad de almacenamiento de información de ejercicio-respuesta y ejecutar la integración de la información de tiempo incluida en la información de respuesta; e

- 10 ingresar una información de ejercicio integrada e información de respuesta a un modelo de seguimiento del conocimiento y ajustar un peso que indica una relación entre la información de tiempo incluida en la información de respuesta y la probabilidad de respuesta correcta de un usuario para entrenar el modelo de seguimiento del conocimiento para predecir la probabilidad de respuesta correcta de
- 15 un usuario para un ejercicio que el usuario aún no ha resuelto en función del peso.

RESUMEN

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, un dispositivo de seguimiento del conocimiento del usuario para predecir una probabilidad de respuesta correcta utilizando información de tiempo relacionada con la resolución de ejercicios

5 incluye una unidad de almacenamiento de información de ejercicio-respuesta configurada para almacenar información de ejercicio-respuesta que incluye información de ejercicios proporcionada a un usuario para el aprendizaje y la información de respuesta a un registro de resolución de un ejercicio resuelto por el usuario, una unidad de ejecución de integración configurada para recibir la

10 información de respuesta desde la unidad de almacenamiento de información de ejercicio-respuesta y ejecutar la integración de la información de incluida en la información de respuesta, y un modelo unidad de entrenamiento configurada para ingresar la información del ejercicio integrado y la información de respuesta a un modelo de seguimiento del conocimiento y ajustar un peso que indica una relación

15 entre la información de tiempo incluida en la información de respuesta y la probabilidad de respuesta correcta de un usuario para entrenar el modelo de seguimiento del conocimiento para predecir la probabilidad de respuesta correcta de un usuario para un ejercicio que el usuario aún no ha resuelto en función del peso.

DIBUJOS
Figura 1

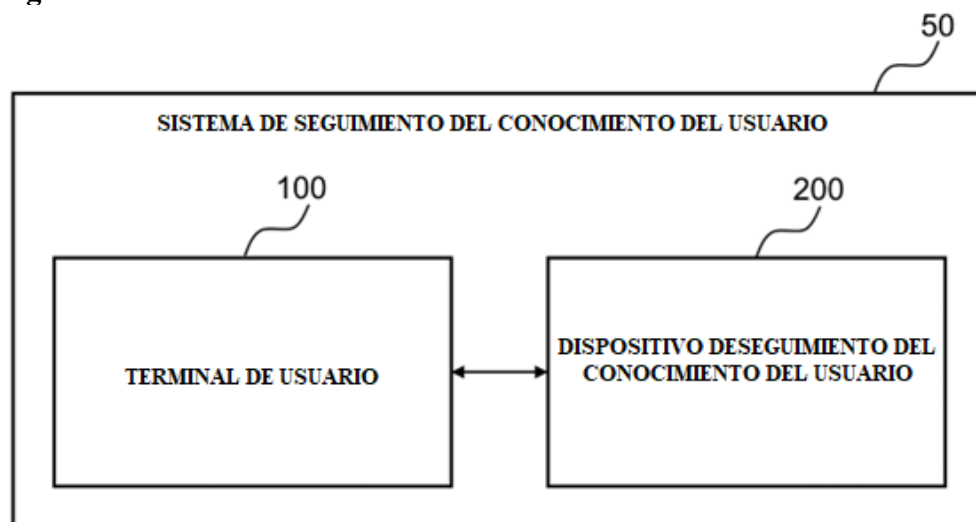


Figura 2

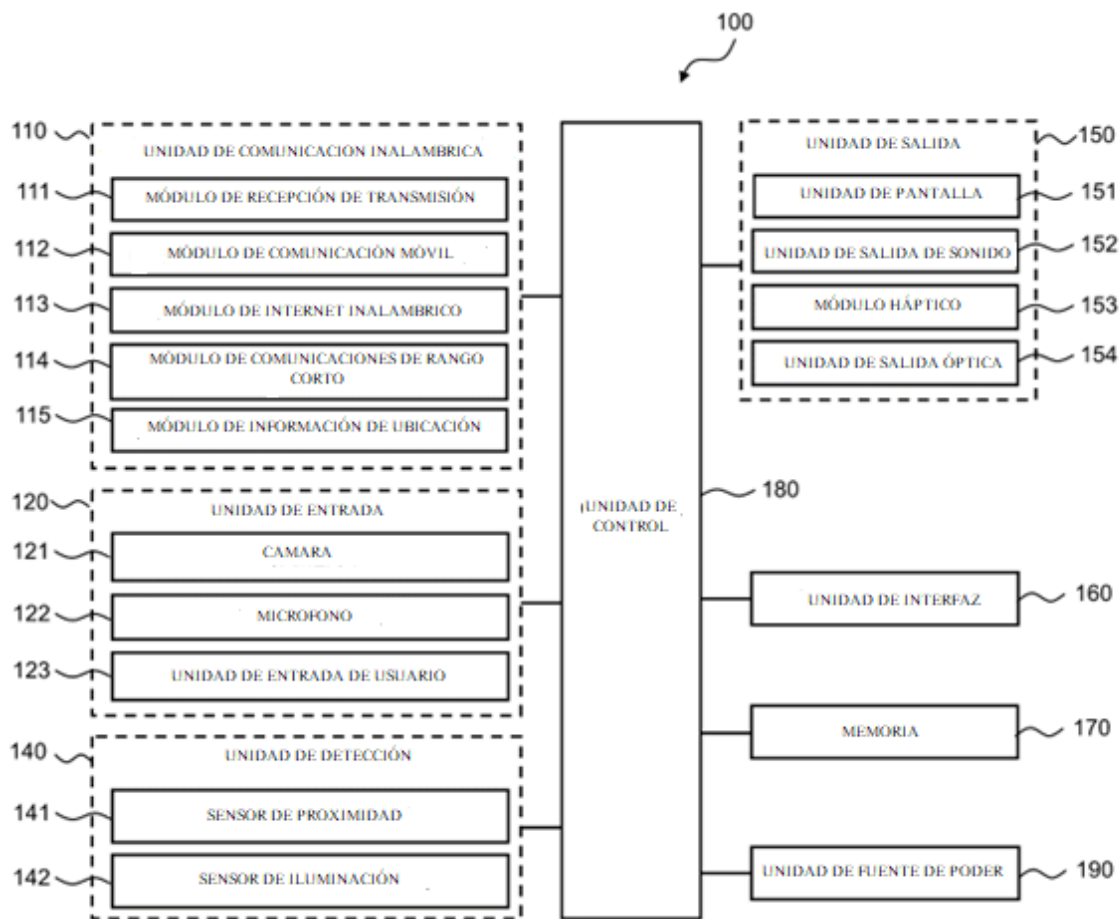


Figura 3

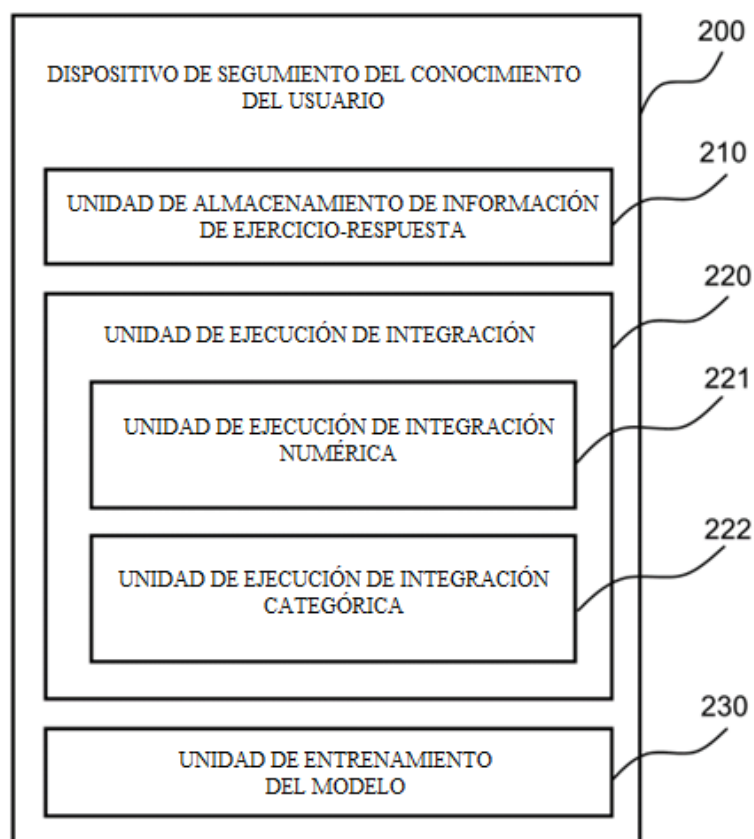


Figura 4

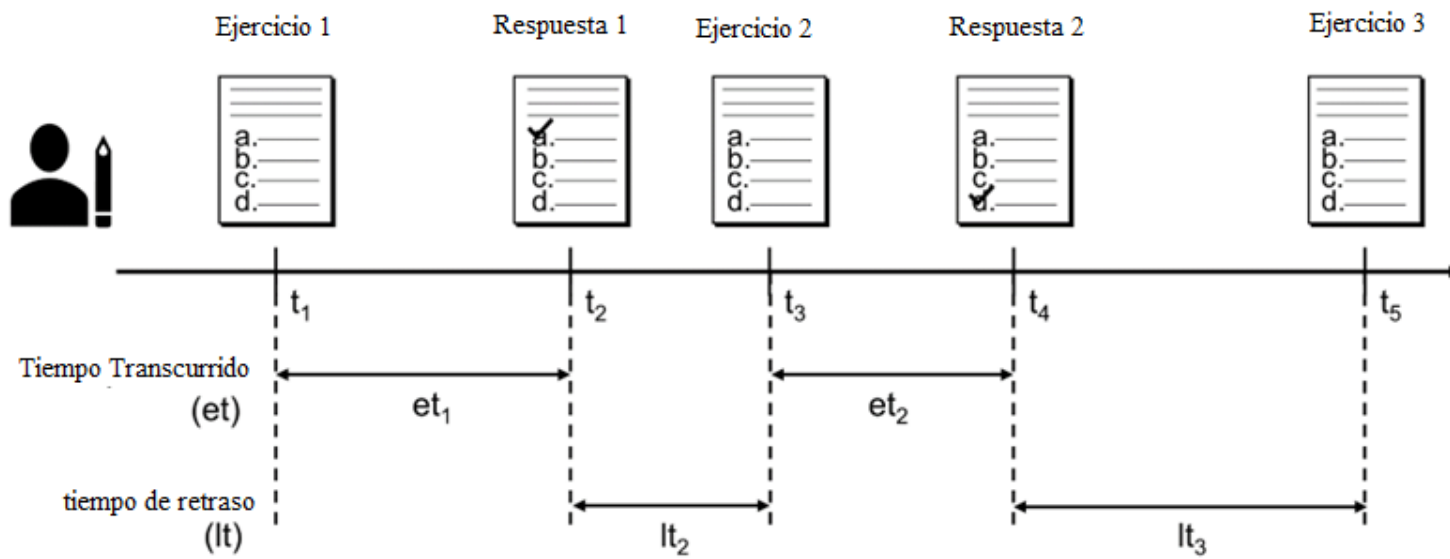


Figura 5

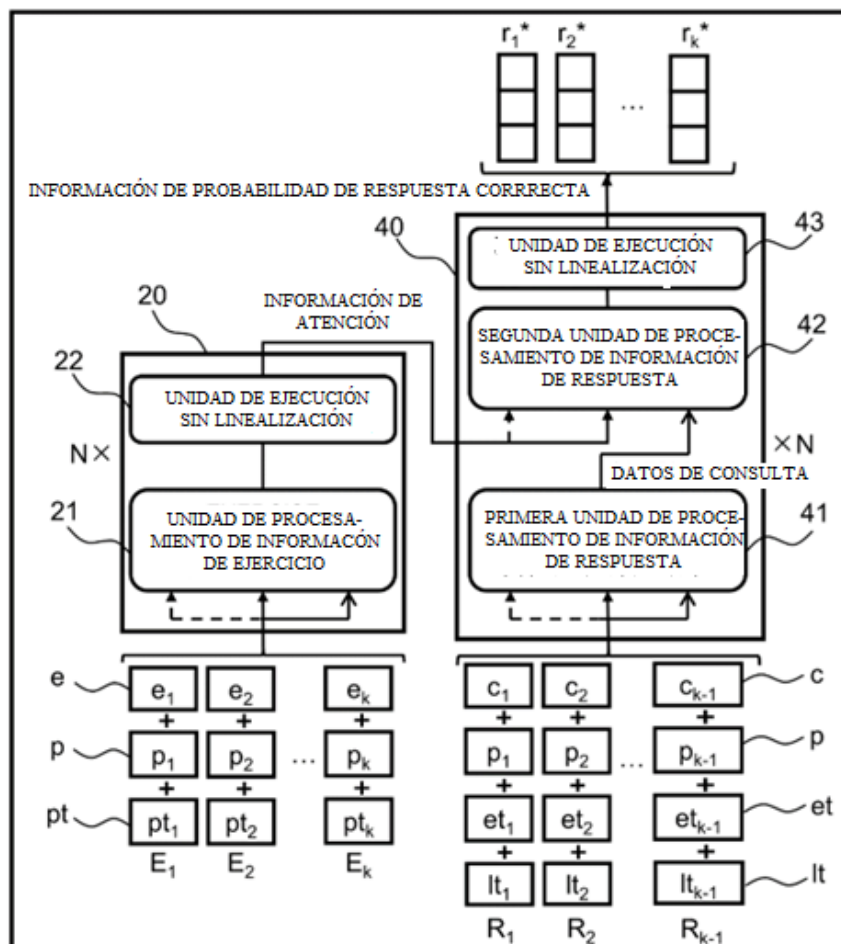


Figura 6

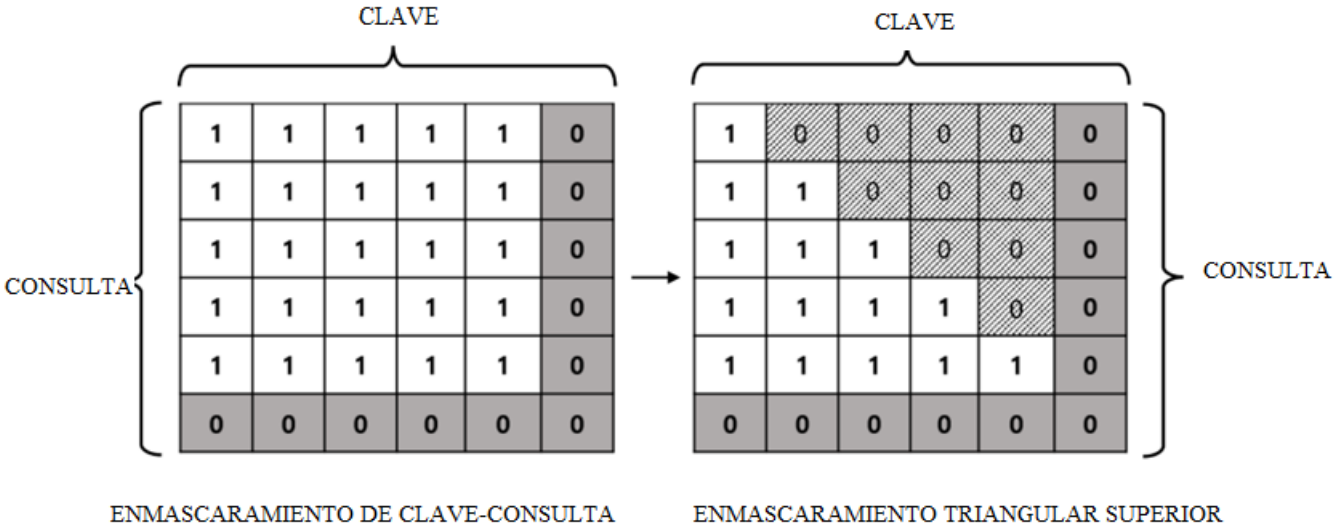


Figura 7

