

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 834 314**

51 Int. Cl.:

H04L 29/08 (2006.01)

H04N 21/231 (2011.01)

G06Q 30/02 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.11.2018 E 18206202 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.10.2020 EP 3648435**

54 Título: **Método y sistema de almacenamiento en caché basado en aprendizaje profundo para automóvil autónomo en computación de borde de acceso múltiple**

30 Prioridad:

02.11.2018 KR 20180133873

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

17.06.2021

73 Titular/es:

**UNIVERSITY - INDUSTRY COOPERATION GROUP
OF KYUNG HEE UNIVERSITY (100.0%)
1732 Deogyong-daero Giheung-gu
Yongin-si, Gyeonggi-do 17104, KR**

72 Inventor/es:

**HONG, CHOONG SEON y
NDIKUMANA, ANSELME**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 834 314 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método y sistema de almacenamiento en caché basado en aprendizaje profundo para automóvil autónomo en computación de borde de acceso múltiple

Campo técnico

- 5 La presente invención se refiere a un método y a un sistema de almacenamiento en caché basado en aprendizaje profundo, más particularmente a un método y a un sistema de almacenamiento en caché basado en aprendizaje profundo para conducción autónoma en un entorno de computación de borde de acceso múltiple.

Antecedentes de la técnica

- 10 El automóvil autónomo se introdujo para salvar vidas al prevenir accidentes resultantes de errores humanos y un comportamiento inadecuado y puede aliviar al usuario del estrés de controlar un automóvil y conducir mientras vigila el entorno circundante. Se prevé que el automóvil autónomo se incorporará gradualmente al transporte público. Cuando llegue el momento en que un conductor que maneja un automóvil ya no tenga que preocuparse por el automóvil autónomo, el automóvil autónomo se convertirá en un nuevo espacio cultural en el que disfrutar de diversos contenidos. Por consiguiente, existe la necesidad de proporcionar contenidos de entretenimiento al automóvil autónomo.

Sin embargo, proporcionar contenido de información y entretenimiento desde centros de datos existentes puede implicar retrasos prolongados en la comunicación entre el automóvil y el centro de datos y puede provocar efectos no deseados en la provisión de contenidos.

- 20 El documento US 2017/289593 A1 describe los métodos y sistemas utilizados por un servicio de red de distribución de contenido móvil (CDN) para rastrear las solicitudes de usuarios individuales basándose en una correlación de un identificador de nivel de red con un identificador de nivel de aplicación. En el documento se describe que los usuarios se rastrean usando un mapeo los identificadores de nivel de red y de nivel de aplicación a una identidad interna, el servicio de CDN móvil construye un perfil de celda usando solicitudes de contenido a partir de un conjunto de usuarios activos en ubicaciones similares, y el servicio de CDN móvil crea un perfil de celda usando solicitudes de contenido de grupos de usuarios que tienen al menos un miembro como usuario activo de la celda.

- 30 El documento US 2017/374580 A1 describe un dispositivo informático en una red de comunicaciones inalámbricas. En el documento, el dispositivo informático se describe para identificar el contenido que se transmitirá a un dispositivo móvil en la red de comunicaciones inalámbricas, determinar los nodos de borde móviles que sirven áreas de cobertura de radio en diferentes posiciones a lo largo de una ruta que se espera que el dispositivo móvil tome mientras recibe el contenido, y asignar, para el almacenamiento en las respectivas cachés de los nodos de borde móviles, diferentes porciones del contenido que se espera que sean servidas por diferentes nodos de borde móviles a medida que el dispositivo móvil se mueve a lo largo de la ruta.

- 35 El documento WO 2018/049563 A1 describe una arquitectura de administración de caché de red. En el documento, la arquitectura de administración de caché de red se describe para comprender un nodo de red global que puede configurarse para conectarse a proveedores de servicios de contenido, al menos un nodo de red regional que está conectado al nodo de red global, y para cada nodo de red regional, al menos un nodo de red local que está conectado a ese nodo de red regional. Se da a conocer que el al menos un nodo de red local comprende una caché local que puede configurarse para almacenar contenido. Cada uno de dicho al menos un nodo de red regional comprende una base de datos de contenido regional que puede configurarse para almacenar metadatos pertenecientes al contenido almacenado en cada caché local de cada nodo de red local que está conectado a ese nodo de red regional, una unidad de predicción de popularidad de contenido regional que puede configurarse para predecir una métrica de popularidad local para cada contenido almacenado en cualquier caché local de cada nodo de red local que está conectado al nodo de red regional, y una unidad de ubicación de contenido configurable para determinar, para cada contenido en toda la caché local de todos los nodos de red locales que están conectados al nodo regional, en cuya caché local se almacena ese contenido.

- 50 El documento "Mobility Prediction-Assisted Over-the-Top Edge Prefetching for Hierarchical VANETs" ("Precarga de borde *over-the-top* asistida por predicción de movilidad para VANET jerárquicas"), IEEE JOURNAL, XP011693866 describe una solución de precarga de contenido *over-the-top* (OTT) basada en predicción de movilidad de vehículos. En el documento, se describe un módulo de predicción de movilidad de vehículo para estimar las futuras unidades de carretera conectadas (RSU) usando rastros de datos recopilados de una VANET del mundo real, se diseña un mecanismo de almacenamiento en caché de varios niveles con un esquema de estimación de popularidad de contenido OTT para pronosticar la distribución de solicitudes de contenido, y se da a conocer un algoritmo basado en aprendizaje para precargar proactivamente contenido de usuario en el almacenamiento en caché de borde de VANET en RSU.

Divulgación**Problema técnico**

5 Un objetivo de la presente invención es proporcionar un método y un sistema de almacenamiento en caché basado en aprendizaje profundo que pueda minimizar los retrasos en la descarga de contenidos para los pasajeros de un automóvil autónomo y que sea compatible con MEC (computación de borde de acceso múltiple) y centros de datos para proporcionar contenidos que coincidan con los requisitos de los pasajeros.

Solución técnica

10 Se proporcionan realizaciones preferidas de la presente divulgación tal como se define en las reivindicaciones adjuntas. Un sistema de almacenamiento en caché según la presente divulgación puede incluir un objeto que requiere la provisión de un contenido, y un servidor de MEC (computación de borde de acceso múltiple) que está configurado para determinar los contenidos de almacenamiento en caché basándose en un primer valor de predicción, que puede incluir la probabilidad de que el contenido se solicite por el objeto dentro de un área asignada y una calificación de predicción del contenido, y está configurado para descargar y almacenar en caché los contenidos de almacenamiento en caché determinados procedentes de un proveedor de contenido, en el que el objeto puede incluir un módulo de recomendación configurado para identificar y recomendar un contenido recomendado de entre los contenidos de almacenamiento en caché mediante la aplicación de un algoritmo de k-medias y una clasificación binaria al primer valor de predicción y un segundo valor de predicción, comprendiendo el segundo valor de predicción un valor de predicción asociado con una característica de un usuario del objeto, y un módulo de almacenamiento en caché basado en aprendizaje profundo configurado para buscar servidores de MEC disponibles en una ruta de movimiento del objeto, seleccionar un servidor de MEC óptimo para descargar el contenido recomendado de entre los servidores de MEC disponibles, y descargar y almacenar en caché el contenido recomendado desde el servidor de MEC óptimo.

Efectos ventajosos

Una realización de la presente invención puede minimizar el retraso en la descarga de contenidos para los pasajeros de un automóvil autónomo y puede proporcionar contenidos que se ajusten a las demandas de los pasajeros.

25 Además, una realización de la presente invención puede proporcionar contenidos de baja latencia en tiempo real para usuarios móviles durante períodos de tiempo de alto tráfico en la ciudad.

Descripción de dibujos

La figura 1 ilustra un sistema de almacenamiento en caché según una realización de la presente invención.

30 La figura 2 es un diagrama de flujo de un método de almacenamiento en caché según una realización de la presente invención.

La figura 3 es un diagrama de flujo para describir el funcionamiento del módulo de almacenamiento en caché basado en la ubicación ilustrado en la figura 1.

La figura 4 es un diagrama de flujo para describir el funcionamiento del módulo de recomendación ilustrado en la figura 1.

35 La figura 5 es un diagrama de flujo para describir el funcionamiento del módulo de almacenamiento en caché basado en aprendizaje profundo ilustrado en la figura 1.

Modo de invención

40 Las descripciones de estructuras o funciones específicas relacionadas con ciertas realizaciones derivadas basándose en el concepto de la presente invención como se establece en la presente memoria descriptiva se proporcionan simplemente como ejemplos para explicar las realizaciones derivadas del concepto de la invención. Las realizaciones pueden ponerse en práctica en una variedad de implementaciones y no se limitan a las realizaciones descritas en este documento.

La figura 1 ilustra un sistema de almacenamiento en caché según una realización de la presente invención.

45 Refiriéndose a la figura 1, un sistema de almacenamiento en caché 1 según una realización de la presente invención puede incluir un centro de datos 100, un servidor de MEC 200 y un objeto 300.

Un sistema de almacenamiento en caché 1 según una realización de la presente invención puede aplicarse a un entorno MEC (computación de borde de acceso múltiple). La MEC se refiere a un entorno de red en el que la computación se realiza en cada borde de la red en lugar de en una nube centralizada, a fin de reducir la carga de la nube y acortar el tiempo de procesamiento de datos. La MEC puede incluir al menos uno o más servidores de MEC 200 correspondientes a los bordes de la red y puede intercambiar datos con un objeto 300 ubicado dentro de un área asignada a tales servidores de MEC 200.

50

En las descripciones siguientes, el término “objeto 300” en la presente memoria descriptiva puede usarse para referirse a cualquier aparato o dispositivo que pueda recibir contenidos desde un centro de datos 100 o servidores de MEC 200 y proporcionar los contenidos al usuario que usa el objeto 300. Mientras lo siguiente se describe para los casos en los que el “objeto 300” es un automóvil autónomo, el “objeto 300” puede incluir cualquier aparato o dispositivo que pueda proporcionar la función descrita anteriormente, sin limitarse a un automóvil autónomo.

El centro de datos 100 puede recopilar un conjunto de datos de espectadores de contenido, es decir, un conjunto de varios usuarios que usan contenidos, puede usar el conjunto de datos recopilado para generar un valor de predicción (en lo sucesivo, un primer valor de predicción) que incluye una probabilidad de que se solicite un contenido desde un objeto 300 dentro del área asignada al servidor de MEC 200 así como una calificación de predicción del contenido, y puede transmitir el primer valor de predicción generado al servidor de MEC 200. En este caso, el conjunto de datos puede incluir al menos uno de una edad, género y ubicación del espectador de contenido, una calificación de contenido y un tipo de contenido, y puede recopilarse a partir de proveedores de conjuntos de datos.

El centro de datos 100 puede incluir un módulo de recopilación de conjuntos de datos 110, un módulo de almacenamiento de conjuntos de datos 120, un módulo de preprocesamiento 130, un módulo de entrenamiento 140, un módulo de almacenamiento de modelos 150, un módulo de predicción 160, un módulo de transmisión de predicciones 170 y un módulo de almacenamiento de predicciones.

El módulo de recopilación de conjuntos de datos 110 puede recopilar conjuntos de datos relacionados con espectadores de contenido procedentes de un proveedor de conjuntos de datos. Tal como se describió anteriormente, los conjuntos de datos pueden incluir información sobre contenidos o espectadores de contenido. El módulo de recopilación de conjuntos de datos 110 puede almacenar los conjuntos de datos recopilados en el módulo de almacenamiento de conjuntos de datos 120.

El módulo de preprocesamiento 130 puede realizar un procedimiento de preprocesamiento, para procesar valores perdidos y valores atípicos, en los conjuntos de datos recopilados por el módulo de recopilación de conjuntos de datos 110. Si se detectan valores perdidos o valores atípicos en un conjunto de datos, puede realizarse un preprocesamiento para que el conjunto de datos procese los valores perdidos o valores atípicos mediante procedimientos tales como insertar, eliminar, reemplazar, etc., un valor correspondiente.

El módulo de entrenamiento 140 puede entrenar un modelo MLP (perceptrón multicapa), usando como entrada los conjuntos de datos recopilados o con los conjuntos de datos preprocesados por medio del módulo de preprocesamiento 130. El MLP puede estar compuesto por tres o más nodos, incluyendo una capa de entrada, una capa oculta y una capa de salida, y puede usar una función de activación no lineal para identificar datos que no pueden separarse con un modelo lineal. El módulo de entrenamiento puede entrenar el modelo MLP con los conjuntos de datos mencionados anteriormente como entrada, con el fin de realizar predicciones con respecto a los contenidos que serán requeridos en el área del servidor de MEC 200, y puede almacenar el modelo MLP entrenado en el módulo 150 de almacenamiento de modelos.

El módulo de predicción 160 puede usar el modelo MLP entrenado por medio del módulo de entrenamiento 140 para generar primeros valores de predicción (es decir, valores de resultado de MLP) y puede clasificar los contenidos basándose en las ubicaciones del servidor de MEC 200. Para ser más específico, los primeros valores de predicción pueden generarse como los valores de resultado de MLP obtenidos cuando los conjuntos de datos para los espectadores de contenido dentro del área del servidor de MEC 200 se usan como entrada para el modelo MLP entrenado.

El módulo de transmisión de predicciones 170 puede almacenar los primeros valores de predicción generados por medio del módulo de predicción 160 en el módulo de almacenamiento de predicciones o puede transmitir los primeros valores de predicción al servidor de MEC 200. Como los primeros valores de predicción pueden tener diferentes valores según la posición en la que está ubicado el servidor de MEC 200 y según el área asignada, el módulo de transmisión de predicciones 170 puede transmitir los primeros valores de predicción para cada uno de los servidores de MEC 200.

El servidor de MEC 200 puede determinar los contenidos de almacenamiento en caché basándose en los primeros valores de predicción transmitidos desde el centro de datos 100 y puede descargar y almacenar en caché los contenidos de almacenamiento en caché determinados procedentes del proveedor de contenido. Al menos uno o más servidores de MEC 200 pueden estar dispuestos en una macroestación base, punto de acceso WiFi o unidad de lado de carretera en un borde de la red cerca del objeto 300, es decir, el automóvil autónomo, para almacenar en caché contenidos que coincidan con las características del usuario del objeto 300.

Con este fin, el servidor de MEC 200 puede incluir un módulo de recopilación de predicciones 210, un módulo de almacenamiento de predicciones de MEC 220, un módulo de almacenamiento en caché basado en la ubicación 230 y un módulo de almacenamiento en caché de MEC 240.

El módulo de recopilación de predicciones 210 puede descargar los primeros valores de predicción desde el módulo de transmisión de predicciones 170 del centro de datos 100. El módulo de recopilación de predicciones 210 puede

almacenar los primeros valores de predicción descargados en el módulo de almacenamiento de predicciones de MEC 220.

El módulo de almacenamiento en caché basado en la ubicación 230 puede determinar los contenidos de almacenamiento en caché como aquellos contenidos cuyos primeros valores de predicción recibidos desde el centro de datos 100 son mayores que o iguales a un valor umbral preestablecido de entre los contenidos, puede descargar los contenidos de almacenamiento en caché determinados desde el proveedor de contenido, y almacenar en caché los contenidos de almacenamiento en caché en el módulo de almacenamiento en caché de MEC 240. En este caso, el valor de umbral preestablecido puede establecerse para cada una de las probabilidades de que el contenido se solicite por el objeto 300 dentro del área asignada al servidor de MEC 200 y la calificación de predicción del contenido incluido en el primer valor de predicción. Más adelante se proporcionará una descripción más detallada del funcionamiento del módulo de almacenamiento en caché basado en la ubicación 230.

El objeto 300 puede identificar un contenido que coincide con los requisitos del usuario que usa el objeto 300 y puede descargar y almacenar en caché el contenido identificado desde el servidor de MEC 200. Por ejemplo, en los casos en los que el objeto 300 es un automóvil autónomo, el objeto 300 puede identificar el contenido que coincide con los requisitos de un pasajero teniendo en cuenta las características del pasajero que viaja en el automóvil autónomo. Al almacenar en caché el contenido identificado, puede minimizarse el retraso de descarga del contenido.

Con este fin, el objeto 300 puede incluir un módulo de recopilación de predicciones de objetos 310, un módulo de almacenamiento de predicciones de objetos 320, un módulo de creación de perfiles 330, un módulo de recomendación 340, un módulo de almacenamiento en caché basado en aprendizaje profundo 350 y un módulo de almacenamiento en caché de objetos 360.

El módulo de recopilación de predicciones de objetos 310 puede, basándose en la ubicación del objeto 300, descargar los primeros valores de predicción desde el servidor de MEC 200 ubicado a la distancia más cercana del objeto 300 y puede almacenar los primeros valores de predicción en el módulo de almacenamiento de predicciones de objetos 320. Por ejemplo, en el caso de un automóvil autónomo, los primeros valores de predicción pueden recopilarse del servidor de MEC 200 ubicado más cerca de la posición actual del automóvil autónomo.

El módulo de creación de perfiles 330 puede usar una CNN (red neuronal convolucional) para generar un valor de predicción (en lo sucesivo, un segundo valor de predicción) con respecto a la característica del usuario del objeto 300. La CNN puede incluir al menos una o más capas convolucionales, en las que una capa convolucional puede incluir un filtro para extraer características y una función de activación para convertir los valores del filtro en valores no lineales. La CNN puede extraer características a partir de los datos de entrada usando las capas convolucionales anteriores e identificar las puntuaciones de clase (tales como la edad, el género o las clases de emoción) a las que el usuario del objeto 300 podría pertenecer potencialmente usando al menos una o más capas totalmente conectadas. En este caso, los datos de entrada para generar un segundo valor de predicción pueden ser, por ejemplo, una imagen facial del usuario. Por ejemplo, en los casos en los que el objeto 300 es un automóvil autónomo, una imagen del rostro de un pasajero capturada por una cámara incluida en el automóvil autónomo puede usarse como datos de entrada para la CNN, y en los casos en los que el objeto 300 es un terminal móvil, una imagen del rostro del usuario captada por una cámara incluida en el terminal móvil puede usarse como datos de entrada para la CNN.

Por consiguiente, un segundo valor de predicción generado por medio del módulo de creación de perfiles 330 puede ser un valor que predice una característica del usuario tal como la edad, el género o la emoción del usuario del objeto. El módulo de creación de perfiles 330 puede transmitir los segundos valores de predicción generados al módulo de recomendación 340.

El módulo de recomendación 340 puede identificar y recomendar un contenido recomendado de entre los contenidos de almacenamiento en caché determinados en el servidor de MEC 200, aplicando un algoritmo de k-medias y una clasificación binaria en los primeros valores de predicción descargados desde el servidor de MEC 200 y los segundos valores de predicción que representan valores que predicen las características del usuario del objeto 300.

El algoritmo de k-medias aplicado a los primeros valores de predicción y los segundos valores de predicción para identificar un contenido recomendado puede ser un algoritmo para agrupar los datos introducidos en un número k de grupos, siendo un algoritmo para agrupar los datos de tal manera que la varianza de la diferencia de distancia entre grupos se minimiza, mientras que la clasificación binaria puede ser un algoritmo para agrupar los datos de entrada en dos grupos según una regla de clasificación particular. El módulo de recomendación 340 puede aplicar los algoritmos anteriores de manera diferente según la característica del usuario para agrupar a los espectadores de contenido, los usuarios y los contenidos según las características y puede hacer coincidir los resultados agrupados para identificar un contenido recomendado que se ajuste a los requisitos del usuario. Más adelante se proporcionará una descripción más detallada del funcionamiento del módulo de recomendación 340.

El módulo de almacenamiento en caché basado en aprendizaje profundo 350 puede buscar servidores de MEC 200 disponibles en la ruta de movimiento del objeto 300 de entre los al menos uno o más servidores de MEC 200 incluidos en el sistema de almacenamiento en caché 1, seleccionar un servidor de MEC 200 óptimo para descargar el contenido recomendado de entre los servidores de MEC 200 disponibles, y descargar y almacenar en caché el contenido

- recomendado desde el servidor de MEC 200 óptimo. En este caso, el servidor de MEC 200 óptimo puede seleccionarse teniendo en cuenta el tiempo necesario para que el objeto 300 llegue al área del servidor de MEC 200, el tiempo necesario para salir del área del servidor de MEC 200 y el tiempo necesario para descargar el contenido recomendado desde el servidor de MEC 200. El módulo de almacenamiento en caché basado en aprendizaje profundo 350 puede
- 5 seleccionar el servidor de MEC 200 óptimo de entre los servidores de MEC 200 disponibles en la ruta de movimiento del objeto 300 teniendo en cuenta los factores descritos anteriormente, puede descargar el contenido recomendado desde el servidor de MEC 200 óptimo y puede almacenar el contenido recomendado en el módulo de almacenamiento en caché de objetos 360. Más adelante se proporcionará una descripción más detallada del funcionamiento del módulo de almacenamiento en caché basado en aprendizaje profundo 350.
- 10 La figura 2 es un diagrama de flujo de un método de almacenamiento en caché según una realización de la presente invención. A continuación, se omiten determinadas descripciones detalladas que son redundantes con respecto a las descripciones proporcionadas anteriormente.
- Refiriéndose a la figura 2, un método de almacenamiento en caché según una realización de la presente invención puede realizarse mediante un sistema de almacenamiento en caché y puede incluir recopilar conjuntos de datos
- 15 (S100), generar primeros valores de predicción (S200), transmitir primeros valores de predicción (S300), determinar y almacenar en caché los contenidos de almacenamiento en caché (S400), identificar y recomendar el contenido recomendado (S500) y seleccionar un servidor de MEC óptimo y almacenar en caché el contenido recomendado (S600).
- Las etapas S100 a S300 pueden realizarse por un centro de datos incluido en el sistema de almacenamiento en caché.
- 20 Más específicamente, la etapa S100 puede incluir la recopilación de conjuntos de datos relacionados con los espectadores de contenido de un proveedor de conjuntos de datos.
- La etapa S200 puede incluir generar primeros valores de predicción usando un MLP con los conjuntos de datos recopilados a partir de la etapa S100 como entrada. Es decir, la probabilidad de que se solicite un contenido desde un objeto dentro del área asignada al servidor de MEC y la calificación del contenido puede predecirse usando el MLP, y
- 25 los valores de resultado de MLP pueden generarse como los primeros valores de predicción.
- La etapa S300 puede incluir transmitir los primeros valores de predicción generados mediante la etapa S200 al servidor de MEC.
- La etapa S400 puede realizarse por un servidor de MEC incluido en el sistema de almacenamiento en caché. Más específicamente, la etapa S400 puede ser una etapa de determinar los contenidos de almacenamiento en caché basándose en los primeros valores de predicción, que pueden incluir la probabilidad de que se solicite un contenido por un objeto en el área asignada del servidor de MEC y una calificación de predicción del contenido, y descargar y almacenar en caché los contenidos de almacenamiento en caché determinados procedentes del proveedor de contenido. A continuación se proporciona una descripción más detallada de la etapa S400 con referencia a la figura 3.
- 30 Refiriéndose a la figura 3, que es un diagrama de flujo de los procedimientos para determinar y almacenar en caché los contenidos de almacenamiento en caché, en la etapa S410, el servidor de MEC puede recibir los primeros valores de predicción generados desde el centro de datos.
- A continuación, en la etapa S420, los contenidos pueden clasificarse según los primeros valores de predicción en orden descendente.
- En la etapa S430, puede determinarse si el espacio de almacenamiento del módulo de almacenamiento en caché de MEC está lleno o no.
- 40 Si el resultado de la determinación en la etapa S430 es que el espacio de almacenamiento del módulo de almacenamiento en caché de MEC está lleno, entonces en la etapa S440, el primer valor de predicción para un contenido ya almacenado en el módulo de almacenamiento en caché de MEC puede compararse con el primer valor de predicción para un contenido de almacenamiento en caché.
- En la etapa S450, puede determinarse si el resultado de la comparación es o no que el primer valor de predicción para el contenido de almacenamiento en caché es mayor que o igual al primer valor de predicción para el contenido ya almacenado en el módulo de almacenamiento en caché de MEC.
- 45 Según el resultado de la determinación en la etapa S450, si el primer valor de predicción para el contenido de almacenamiento en caché es mayor que o igual al primer valor de predicción para el contenido ya almacenado en el módulo de almacenamiento en caché de MEC, entonces en la etapa S460, el contenido ya almacenado puede reemplazarse por el contenido de almacenamiento en caché.
- 50 Si el resultado de la determinación de la etapa S450 es que el primer valor de predicción para el contenido de almacenamiento en caché es menor que el primer valor de predicción para el contenido ya almacenado en el módulo de almacenamiento en caché de MEC, entonces en la etapa S470, el contenido puede no descargarse.

Si el resultado de la determinación de la etapa S430 es que el espacio de almacenamiento del módulo de almacenamiento en caché de MEC no está lleno, entonces en la etapa S480, los contenidos que tienen primeros valores de predicción que son mayores que o iguales al umbral preestablecido, de entre los contenidos clasificados en orden descendente mediante la etapa S420, pueden determinarse como los contenidos de almacenamiento en caché, y los contenidos de almacenamiento en caché así determinados pueden almacenarse en caché.

Las etapas S500 a S600 pueden realizarse por un elemento incluido en el sistema de almacenamiento en caché. Más específicamente, la etapa S500 puede ser una etapa de identificar y recomendar un contenido recomendado de entre los contenidos de almacenamiento en caché determinados en la etapa S400, aplicando un algoritmo de k-medias y una clasificación binaria en los primeros valores de predicción y en los segundos valores de predicción, que pueden ser valores de predicción que representen las características de los usuarios del objeto.

La etapa S600 puede incluir buscar servidores de MEC disponibles en la ruta de movimiento del objeto y seleccionar un servidor de MEC óptimo para descargar el contenido recomendado identificado mediante la etapa S500 de entre los servidores de MEC disponibles. Cuando se selecciona el servidor de MEC óptimo, el contenido recomendado puede descargarse desde el servidor de MEC óptimo seleccionado y almacenarse en caché.

A continuación se proporciona una descripción más detallada de las etapas S500 y S600 con referencia a la figura 4 y la figura 5.

La figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de identificación y recomendación de un contenido recomendado.

Refiriéndose a la figura 4, la etapa S505 puede incluir adquirir primeros valores de predicción, que pueden ser valores de salida de MLP, y segundos valores de predicción, que pueden ser valores de salida de CNN.

La etapa S510 puede incluir determinar si los valores obtenidos mediante la etapa S505 son o no primeros valores de predicción o segundos valores de predicción.

Si el resultado de la determinación en la etapa S510 es que los valores adquiridos son primeros valores de predicción, entonces en la etapa S515, pueden generarse primeros grupos de espectadores aplicando un algoritmo de k-medias a los primeros valores de predicción para agrupar a los espectadores de contenido según la edad. A continuación, en la etapa S520, pueden generarse segundos grupos de espectadores aplicando una clasificación binaria en los primeros valores de predicción para agrupar a los espectadores de contenido, que pertenecen a los primeros grupos de espectadores generados mediante la etapa S515, según el género. Por último, en la etapa S525, pueden generarse grupos de tipos de contenido aplicando un algoritmo de k-medias a los primeros valores de predicción para agrupar los contenidos usados por los espectadores de contenido que pertenecen a los segundos grupos de espectadores generados mediante la etapa S520 según el tipo de contenido. En este caso, también es posible identificar un contenido recomendado inicial según un género y grupo de edad específicos y proporcionarlo como contenido recomendado inicial (S530).

Por otro lado, si el resultado de la determinación en la etapa S510 es que los valores adquiridos son segundos valores de predicción, entonces en la etapa S535, pueden generarse primeros grupos de usuarios aplicando un algoritmo de k-medias a los segundos valores de predicción para agrupar a los usuarios según la edad. A continuación, en la etapa S540, pueden generarse segundos grupos de usuarios aplicando una clasificación binaria a los segundos valores de predicción para agrupar a los usuarios, que pertenecen a los primeros grupos de usuarios generados mediante la etapa S535, según el género. Por último, en la etapa S545, pueden generarse terceros grupos de usuarios aplicando un algoritmo de k-medias a los segundos valores de predicción para agrupar a los usuarios que pertenecen a los segundos grupos de usuarios generados mediante la etapa S540 según el género.

Es decir, cuando los datos a los que se aplican el algoritmo k-medias y la clasificación binaria son para los primeros valores de predicción, la agrupación puede realizarse con respecto a los espectadores de contenido y los contenidos, mientras que cuando los datos son para los segundos valores de predicción, la agrupación puede realizarse para los usuarios del objeto.

En la etapa S550, los primeros grupos de espectadores de contenido y los segundos grupos de espectadores de contenido obtenidos mediante las etapas S505 a S545 pueden hacerse coincidir con los primeros grupos de usuarios y los segundos grupos de usuarios, y los contenidos recomendados pueden identificarse y recomendarse basándose en la edad, el género y la emoción.

La figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de selección de un servidor de MEC óptimo.

Refiriéndose a la figura 5, en la etapa S605, pueden obtenerse contenidos recomendados.

En la etapa S610, los contenidos recomendados obtenidos mediante la etapa S605 pueden clasificarse en orden descendente de los primeros valores de predicción.

En la etapa S615, puede determinarse si el espacio de almacenamiento del módulo de almacenamiento en caché de objetos está lleno o no.

5 Si el resultado de la determinación en la etapa S615 es que el espacio de almacenamiento del módulo de almacenamiento en caché de objetos está lleno, entonces en la etapa S620, los primeros valores de predicción para los contenidos ya almacenados en el módulo de almacenamiento en caché de objetos pueden compararse con los primeros valores de predicción para los contenidos recomendados.

En la etapa S625, puede determinarse si el resultado de la comparación es o no que el primer valor de predicción para un contenido recomendado es mayor que o igual a los primeros valores de predicción para un contenido ya almacenado en el módulo de almacenamiento en caché de objetos.

10 Según el resultado de la determinación en la etapa S625, si el primer valor de predicción para el contenido recomendado es mayor que o igual al primer valor de predicción para un contenido ya almacenado en el módulo de almacenamiento en caché de objetos, entonces en la etapa S630, el valor ya almacenado el contenido puede reemplazarse por el contenido recomendado.

15 Si el resultado de la determinación de la etapa S625 es que el primer valor de predicción para el contenido recomendado es menor que el primer valor de predicción para el contenido ya almacenado en el módulo de almacenamiento en caché de objetos, entonces en la etapa S635, el contenido puede no descargarse.

20 Si el resultado de la determinación de la etapa S615 es que el espacio de almacenamiento del módulo de almacenamiento en caché de objetos no está lleno, entonces en la etapa S640, puede calcularse el tiempo requerido para que el objeto llegue al área del servidor de MEC, el tiempo requerido para salir del área del servidor de MEC y el tiempo necesario para descargar el contenido recomendado.

En la etapa S645, puede seleccionarse un servidor de MEC óptimo usando los valores calculados mediante la etapa S640. Por ejemplo, el servidor de MEC con el que el objeto tarda más en abandonar el área asignada al servidor de MEC puede seleccionarse como el servidor de MEC óptimo.

25 En la etapa S650, los contenidos recomendados que tienen primeros valores de predicción que son mayores que o iguales al valor umbral preestablecido, de entre los contenidos recomendados clasificados en orden descendente mediante la etapa S610, pueden descargarse y almacenarse en caché desde el servidor de MEC óptimo.

30 Si bien la presente invención se describe anteriormente haciendo referencia a un número limitado de realizaciones y dibujos, los expertos habituales en el campo relevante de la técnica comprenderán que pueden derivarse diversas modificaciones y alteraciones a partir de las descripciones expuestas anteriormente. Por ejemplo, pueden lograrse resultados igualmente adecuados incluso si las técnicas descritas anteriormente se realizan en un orden diferente al dado a conocer, y/o si los elementos del sistema, estructura, dispositivo, circuito, etc., se acoplan o combinan en una forma diferente a la divulgada o se reemplazan o sustituyen por otros elementos o equivalentes.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de almacenamiento en caché que comprende:

un objeto (300) que requiere la provisión de un contenido; y

un servidor de computación de borde de acceso múltiple, MEC, (200) configurado para determinar los contenidos de almacenamiento en caché basándose en un primer valor de predicción y configurado para descargar y almacenar en caché los contenidos de almacenamiento en caché determinados procedentes de un proveedor de contenido, comprendiendo el primer valor de predicción una probabilidad de que el contenido se solicite por el objeto (300) dentro de un área asignada y una calificación de predicción del contenido,

en el que el objeto (300) comprende:

un módulo de recomendación (340) configurado para identificar y recomendar un contenido recomendado de entre los contenidos de almacenamiento en caché aplicando un algoritmo de k-medias y una clasificación binaria al primer valor de predicción y un segundo valor de predicción, comprendiendo el segundo valor de predicción un valor de predicción asociado con una característica de un usuario del objeto (300); y

un módulo de almacenamiento en caché basado en aprendizaje profundo (350) configurado para buscar servidores de MEC disponibles en una ruta de movimiento del objeto (300), seleccionar un servidor de MEC óptimo para descargar el contenido recomendado de entre los servidores de MEC disponibles, y descargar y almacenar en caché el contenido recomendado desde el servidor de MEC óptimo,

en el que el módulo de recomendación (340) está configurado además para:

generar primeros grupos de espectadores aplicando un algoritmo de k-medias al primer valor de predicción para agrupar a los espectadores de contenido según la edad,

generar segundos grupos de espectadores aplicando una clasificación binaria al primer valor de predicción para agrupar a los espectadores de contenido que pertenecen a los primeros grupos de espectadores según el género,

generar primeros grupos de usuarios aplicando un algoritmo de k-medias al segundo valor de predicción para agrupar a los usuarios según la edad,

generar segundos grupos de usuarios aplicando una clasificación binaria al segundo valor de predicción para agrupar a los usuarios que pertenecen a los primeros grupos de usuarios según el género,

hacer coincidir los primeros grupos de espectadores de contenido y los segundos grupos de espectadores de contenido con los primeros grupos de usuarios y los segundos grupos de usuarios, e

identificar y recomendar el contenido recomendado basándose en la edad y el género.

2. Sistema de almacenamiento en caché según la reivindicación 1, que comprende además un centro de datos (100) configurado para recopilar un conjunto de datos con respecto a los espectadores de contenido, generar el primer valor de predicción usando un perceptrón multicapa, MLP, usando el conjunto de datos como entrada, y transmitir el primer valor de predicción generado al servidor de MEC (200).

3. Sistema de almacenamiento en caché según la reivindicación 2, en el que el servidor de MEC (200) comprende:

un módulo de recopilación de predicciones (210) configurado para descargar el primer valor de predicción del centro de datos (100);

un módulo de almacenamiento en caché basado en la ubicación (230) configurado para determinar un contenido cuyo primer valor de predicción es mayor que o igual a un valor de umbral preestablecido de entre los contenidos como un contenido de almacenamiento en caché y configurado para descargar y almacenar en caché los contenidos de almacenamiento en caché determinados procedentes de un proveedor de contenido; y

un módulo de almacenamiento en caché de MEC (240) configurado para almacenar los contenidos de almacenamiento en caché.

4. Sistema de almacenamiento en caché según la reivindicación 3, en el que, si un espacio de almacenamiento del módulo de almacenamiento en caché de MEC (240) está lleno, el módulo de almacenamiento en caché basado en la ubicación (230) compara un primer valor de predicción de un contenido ya almacenado en el módulo de almacenamiento en caché de MEC (240) con un primer valor de predicción del contenido de almacenamiento en caché, y si el primer valor de predicción del contenido de almacenamiento en caché es mayor que o igual al primer valor de predicción del contenido ya almacenado en el módulo de almacenamiento en caché de MEC (240), el módulo de almacenamiento en caché basado en la ubicación (230) reemplaza el contenido ya almacenado con el contenido de almacenamiento en caché.

5. Sistema de almacenamiento en caché según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el objeto (300) comprende además:

un módulo de recopilación de predicciones de objetos (310) configurado para descargar el primer valor de predicción desde un servidor de MEC ubicado a la distancia más cercana del objeto (300) basándose en una ubicación del objeto (300);

un módulo de creación de perfiles (330) configurado para generar el segundo valor de predicción usando una red neuronal convolucional, CNN; y

un módulo de almacenamiento en caché de objetos (360) configurado para almacenar el contenido recomendado.
6. Sistema de almacenamiento en caché según la reivindicación 5, en el que el módulo de almacenamiento en caché basado en aprendizaje profundo (350) calcula un tiempo requerido por el objeto (300) para llegar a un área del servidor de MEC (200), un tiempo requerido para salir de un área del servidor de MEC (200), y un tiempo necesario para descargar el contenido recomendado, y selecciona el servidor de MEC óptimo usando el tiempo requerido por el objeto (300) para llegar a un área del servidor de MEC (200), el tiempo requerido para salir de un área del servidor de MEC (200) y el tiempo necesario para descargar el contenido recomendado.
7. Sistema de almacenamiento en caché según la reivindicación 6, en el que, si el módulo de almacenamiento en caché de objetos (360) está lleno, el módulo de almacenamiento en caché basado en aprendizaje profundo (350) compara un primer valor de predicción de un contenido ya almacenado en el módulo de almacenamiento en caché de objetos (360) con un primer valor de predicción del contenido recomendado, y si el primer valor de predicción del contenido recomendado es mayor que o igual al primer valor de predicción del contenido ya almacenado en el módulo de almacenamiento en caché de objetos (360), el módulo de almacenamiento en caché basado en aprendizaje profundo (350) reemplaza el contenido ya almacenado con el contenido recomendado.
8. Método de almacenamiento en caché realizado por un sistema de almacenamiento en caché, comprendiendo el método de almacenamiento en caché:

determinar (S400) los contenidos de almacenamiento en caché basándose en un primer valor de predicción, comprendiendo el primer valor de predicción una probabilidad de que el contenido se solicite por un objeto dentro de un área asignada y una calificación de predicción del contenido;

descargar y almacenar en caché (S400) los contenidos de almacenamiento en caché determinados procedentes de un proveedor de contenido;

identificar y recomendar (S500) un contenido recomendado de entre los contenidos de almacenamiento en caché aplicando un algoritmo de k-medias y una clasificación binaria al primer valor de predicción y un segundo valor de predicción, comprendiendo el segundo valor de predicción un valor de predicción asociado con una característica de un usuario del objeto;

buscar (S640) servidores de computación de borde de acceso múltiple, MEC, disponibles en una ruta de movimiento del objeto y

seleccionar (S645) un servidor de MEC óptimo para descargar el contenido recomendado de entre los servidores de MEC disponibles; y

descargar y almacenar en caché (S650) el contenido recomendado desde el servidor de MEC óptimo,

en el que identificar y recomendar (S500) el contenido recomendado comprende:

generar (S515) primeros grupos de espectadores aplicando un algoritmo de k-medias al primer valor de predicción para agrupar a los espectadores de contenido según la edad,

generar (S520) segundos grupos de espectadores aplicando una clasificación binaria al primer valor de predicción para agrupar a los espectadores de contenido que pertenecen a los primeros grupos de espectadores según el género,

generar (S535) primeros grupos de usuarios aplicando un algoritmo de k-medias al segundo valor de predicción para agrupar a los usuarios según la edad,

generar (S540) segundos grupos de usuarios aplicando una clasificación binaria al segundo valor de predicción para agrupar a los usuarios que pertenecen a los primeros grupos de usuarios según el género,

hacer coincidir (S550) los primeros grupos de espectadores de contenido y los segundos grupos de espectadores de contenido con los primeros grupos de usuarios y los segundos grupos de usuarios, e

identificar (S550) y recomendar el contenido recomendado basándose en la edad y el género.

9. Método de almacenamiento en caché según la reivindicación 8, que comprende además, antes de determinar el contenido del almacenamiento en caché:

recopilar (S100) un conjunto de datos sobre un espectador de contenido;

- 5 generar (S200) el primer valor de predicción usando un perceptrón multicapa, MLP, usando el conjunto de datos como entrada; y

transmitir (S300) el primer valor de predicción generado al servidor de MEC.

Fig.1

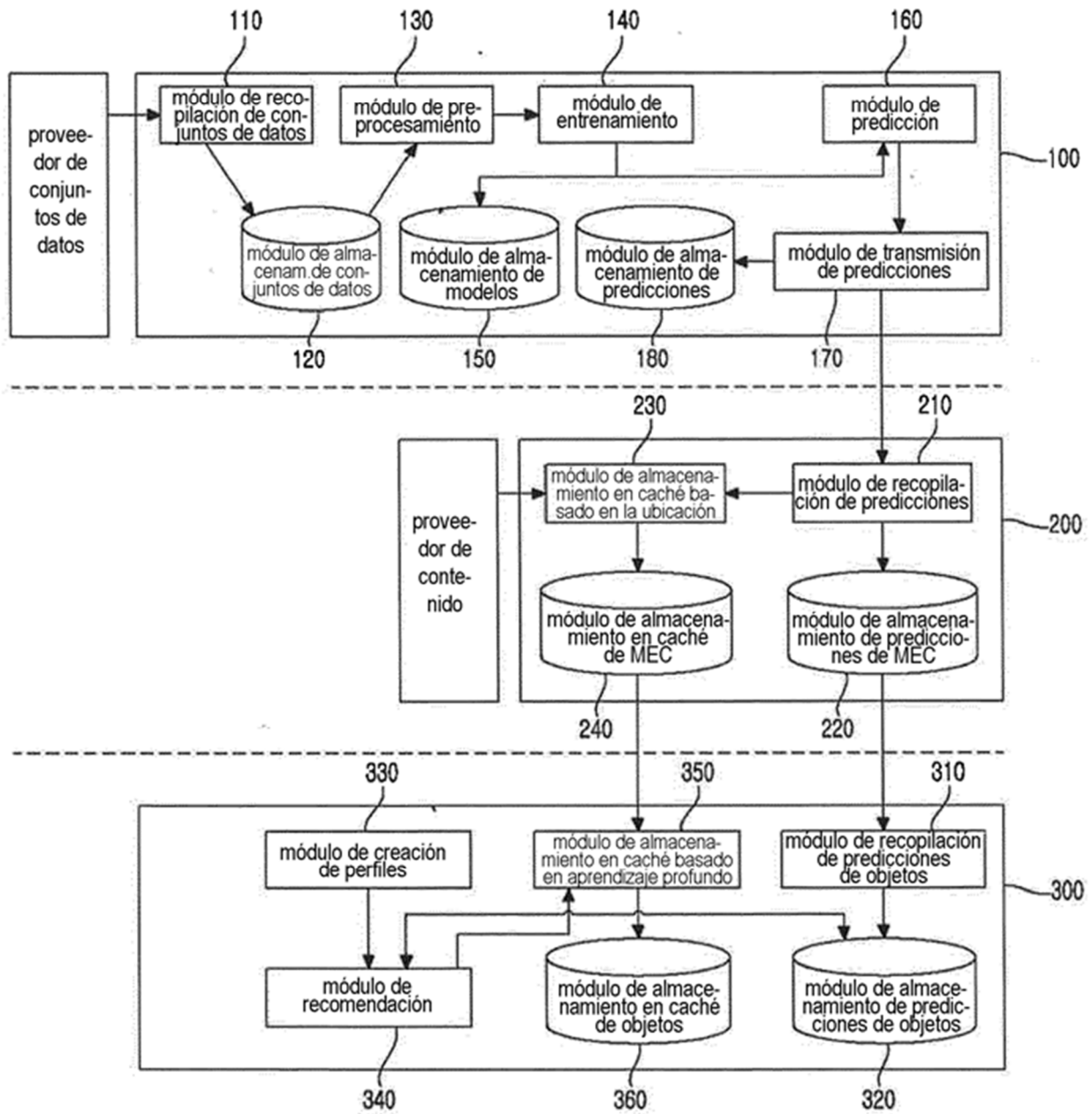


Fig.2

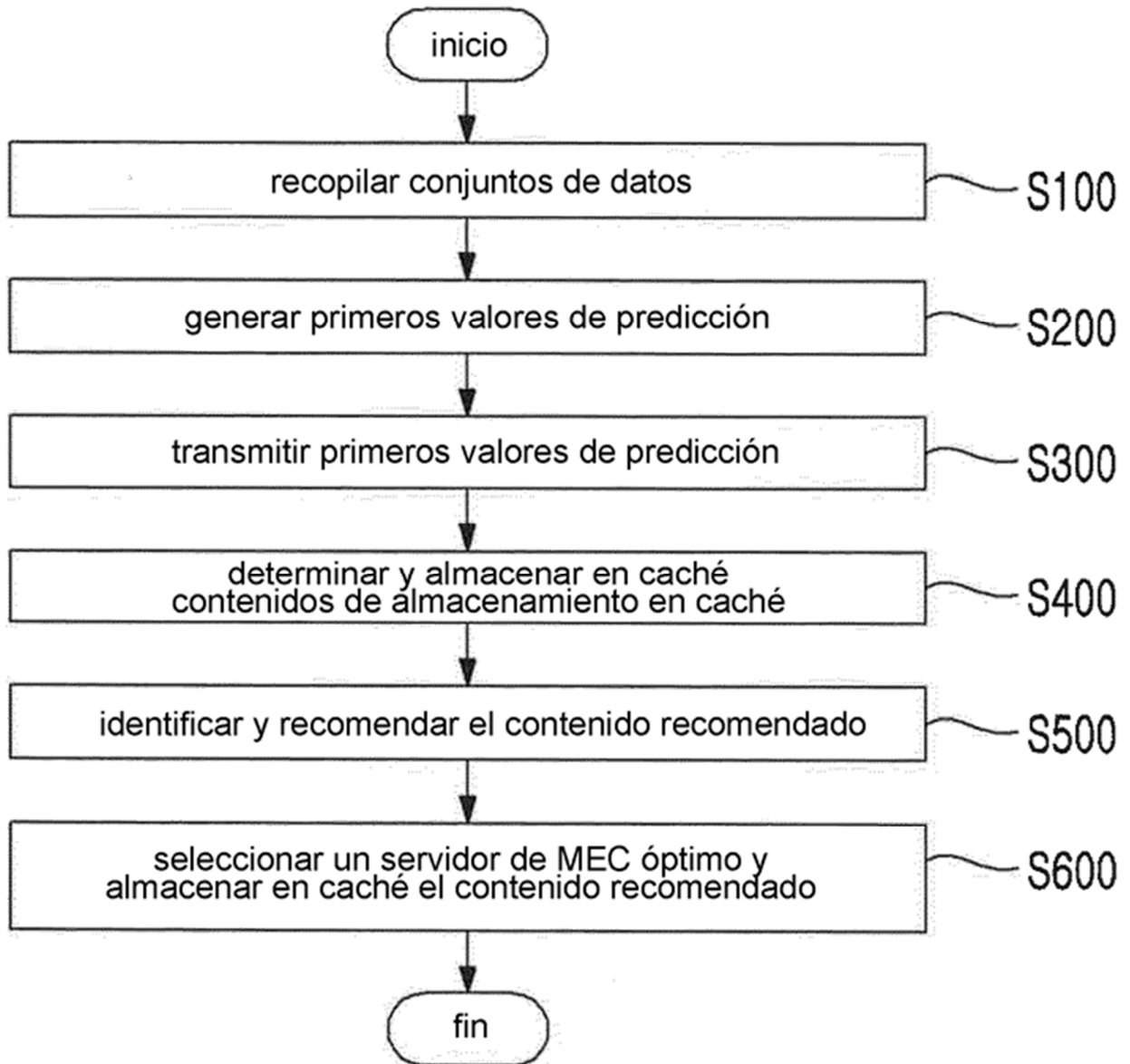


Fig.3

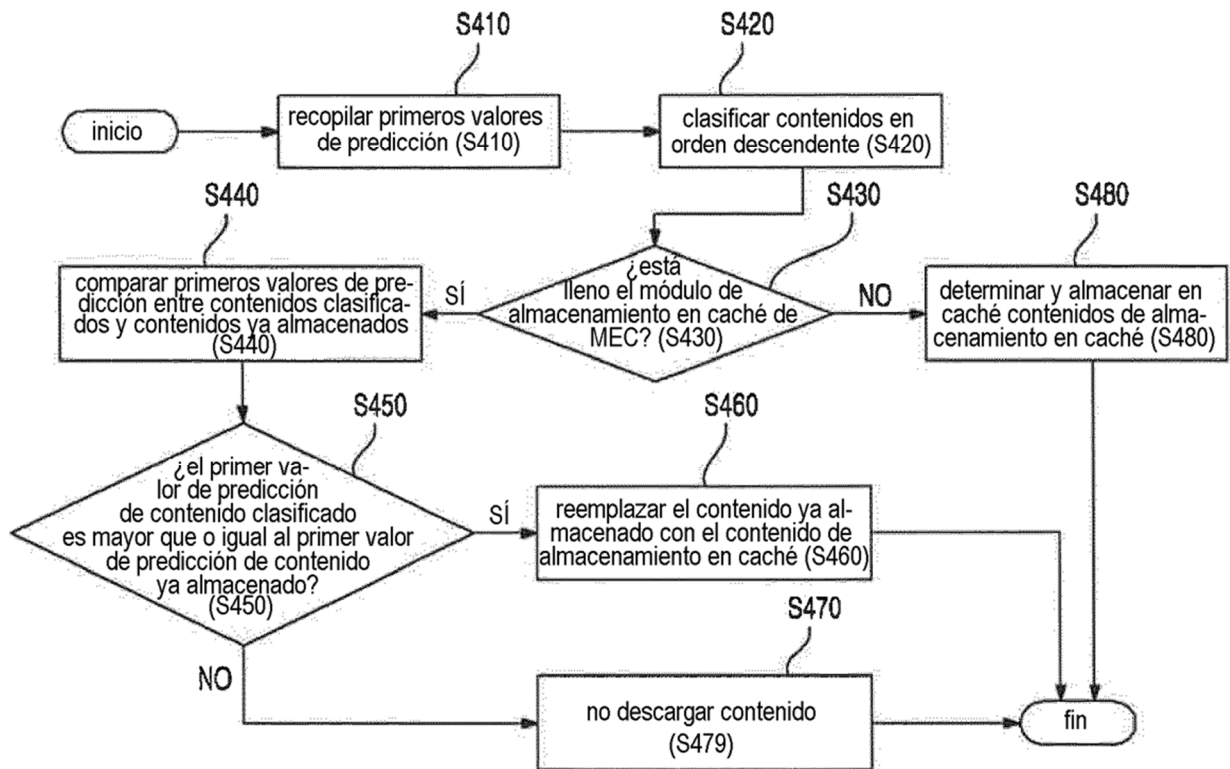


Fig.4

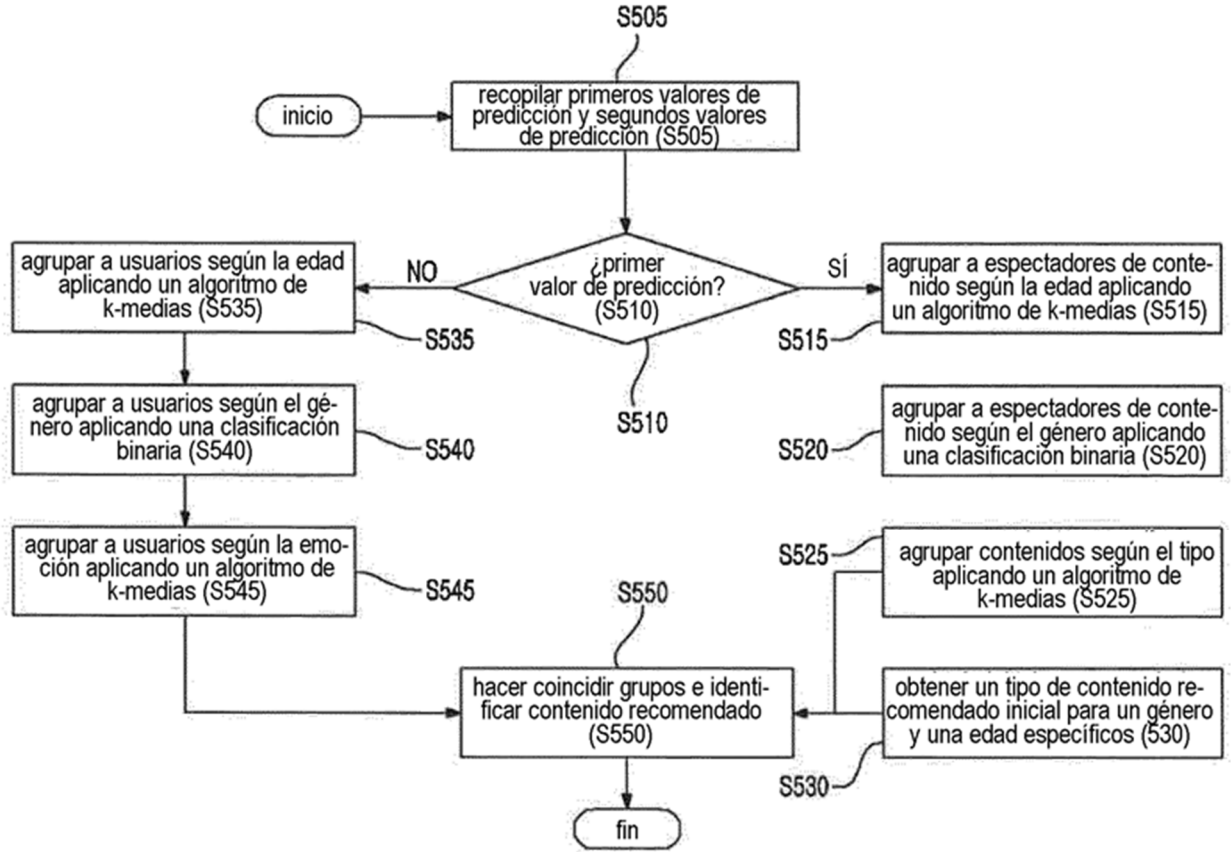


Fig.5

