

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 991 257**

51 Int. Cl.:

H04L 67/10 (2012.01)

G06F 9/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.11.2020 PCT/US2020/059162**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.05.2021 WO21092212**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.11.2020 E 20817121 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2024 EP 4055801**

54 Título: **Asignación de recursos predictiva en una red informática perimetral**

30 Prioridad:

06.11.2019 US 201962931538 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.12.2024

73 Titular/es:

**CENTURYLINK INTELLECTUAL PROPERTY LLC
(100.0%)
1025 Eldorado Blvd.
Broomfield, Colorado 80021, US**

72 Inventor/es:

**CASEY, STEVEN M.;
CASTRO, FELIPE;
OPFERMAN, STEPHEN y
MCBRIDE, KEVIN M.**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 991 257 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

Asignación de recursos predictiva en una red informática perimetral

5 **Referencia cruzada con solicitudes relacionadas**

Esta solicitud se presenta el 5 de noviembre de 2020, como una Solicitud de patente internacional PCT, y reivindica el beneficio de Número de serie de solicitud provisional de Estados Unidos 62/931.538, presentada el 6 de noviembre de 2019.

10

Antecedentes

Los usuarios de dispositivos informáticos comúnmente confían en recursos remotos del propio dispositivo informático para realizar operaciones y tareas. Los recursos remotos a veces se denominan recursos basados en la nube. Por ejemplo, los servicios de transmisión por secuencias de vídeo a menudo se basan en la entrega de contenido de vídeo al dispositivo informático de un usuario en lugar de tener el contenido de vídeo almacenado localmente en el dispositivo informático del usuario. Otros ejemplos incluyen almacenamiento de información o procesamiento remoto de información, tal como para tareas que requieren más potencia de procesamiento de la que está fácilmente disponible en un dispositivo informático de consumo estándar. Los recursos remotos a los que se accede, sin embargo, pueden ubicarse físicamente en ubicaciones dispares. En algunos casos, la ubicación física del recurso remoto está a una distancia significativa del consumidor. Por tanto, debido a la mayor distancia, aumenta la latencia para las comunicaciones entre el dispositivo informático y el recurso remoto.

Es con respecto a estas y otras consideraciones generales que se han desarrollado los aspectos divulgados en el presente documento. Además, aunque pueden discutirse problemas relativamente específicos, debe entenderse que los ejemplos no deben limitarse a resolver los problemas específicos identificados en los antecedentes o en otra parte de esta divulgación.

El documento US 2019/158606 A1 se refiere a la gestión de calidad de servicio en entornos informáticos perimetrales.

El documento EP 3 457 664 A1 define un método para encontrar una siguiente nube perimetral para un usuario móvil.

Sumario

La invención se define mediante un método de acuerdo con la reivindicación 1 y un sistema de acuerdo con la reivindicación 11. Las reivindicaciones 2-10 y 12-15 definen detalles adicionales.

Breve descripción de los dibujos

Se describen ejemplos no limitantes y no exhaustivos con referencia a las siguientes figuras.

La Figura 1A representa un entorno de ejemplo para el que puede implementarse la presente tecnología.

La Figura 1B representa un ejemplo de un sistema informático perimetral predictivo.

La Figura 1C representa un ejemplo de un nodo perimetral.

45 La Figura 1D representa un ejemplo de un entorno operativo adecuado.

La Figura 2 representa un sistema de ejemplo que tiene un dispositivo informático móvil.

La Figura 3A representa un sistema de ejemplo que tiene una pluralidad de balizas.

La Figura 3B representa otro sistema de ejemplo que tiene una pluralidad de balizas.

50 La Figura 4 representa un método de ejemplo para reducir la latencia en la prestación de servicios informáticos.

La Figura 5 representa otro método de ejemplo para reducir la latencia en la prestación de servicios informáticos.

La Figura 6 representa otro método de ejemplo para reducir la latencia en la prestación de servicios informáticos.

La Figura 7 representa otro método de ejemplo para reducir la latencia en la prestación de servicios informáticos.

La Figura 8 representa un método de ejemplo para asignar hardware en una red.

La Figura 9 representa otro método de ejemplo para asignar hardware en una red.

55 La Figura 10 representa otro método de ejemplo para asignar hardware en una red.

La Figura 11 representa otro método de ejemplo para asignar hardware en una red.

Descripción detallada

60 Como se ha descrito anteriormente, los recursos informáticos remotos o los servicios informáticos se utilizan a menudo para procesar datos o realizar tareas. Cuando un dispositivo local, un dispositivo móvil de este tipo de un usuario, envía una solicitud a un recurso informático remoto, tal como un nodo perimetral en una red informática perimetral, para que se realice un servicio o se procesen datos, la solicitud debe viajar primero desde el dispositivo local a través de la red hasta el nodo perimetral. El nodo perimetral a continuación procesa la solicitud realizando el servicio solicitado. A continuación, se envía una respuesta a la solicitud basándose en el servicio realizado desde el nodo perimetral de vuelta al dispositivo local. Cada una de estas operaciones lleva tiempo. Aumentar la distancia entre el

dispositivo local y el recurso remoto aumenta la cantidad de tiempo, o latencia, entre una solicitud que se envía y una respuesta que se recibe. Además, si el recurso remoto no está preparado adecuadamente para manejar la solicitud, la cantidad de tiempo necesario para procesar la solicitud también aumenta. En aplicaciones sensibles al tiempo, estos retrasos aumentados pueden causar dificultades significativas o incluso hacer inutilizable la aplicación en el dispositivo local.

Entre otras cosas, la presente tecnología reduce la latencia entre el dispositivo local y los nodos perimetrales de una red informática perimetral reduciendo la distancia entre el dispositivo local y el dispositivo informático remoto, así como preparando el nodo perimetral para la solicitud antes de recibir la solicitud. En algunos ejemplos, el dispositivo local puede ser un dispositivo informático móvil, tal como un teléfono inteligente o un ordenador portátil. Por lo tanto, el dispositivo móvil se mueve con su usuario. A medida que el dispositivo informático móvil se mueve, se pueden predecir ubicaciones futuras del dispositivo móvil, tal como determinando un vector de dirección del dispositivo basándose en las ubicaciones anteriores del dispositivo. En un ejemplo, en una primera ubicación, el dispositivo móvil puede estar solicitando un primer nodo perimetral para realizar una tarea y proporcionar respuestas. Ese primer nodo perimetral puede ser el nodo perimetral que está físicamente más cerca de la primera ubicación, pero el dispositivo informático móvil puede alejarse más de ese primer nodo perimetral. Por tanto, un segundo nodo perimetral puede estar más cerca del dispositivo informático móvil en algún momento en el futuro. Al predecir la ubicación futura del dispositivo informático móvil, se pueden asignar recursos informáticos, tal como inicializar un servicio en el segundo nodo perimetral de modo que el segundo nodo perimetral pueda estar preparado para continuar procesando solicitudes desde el dispositivo informático móvil incluso antes de que el segundo nodo perimetral reciba cualquier solicitud desde el dispositivo informático móvil. Por tanto, cuando el dispositivo informático móvil está más cerca del segundo nodo perimetral, las solicitudes pueden dirigirse al segundo nodo perimetral para mantener o reducir la distancia de trayectoria de ida y vuelta para las solicitudes y respuestas sin incurrir en retrasos adicionales debido a que el segundo nodo perimetral tiene que prepararse para procesar las solicitudes. En consecuencia, las capacidades de procesamiento de los nodos perimetrales siguen efectivamente al dispositivo informático móvil para mantener o reducir la latencia.

Además, la presente tecnología es capaz de predecir los tipos de solicitudes que se recibirán en diferentes nodos perimetrales ubicados en diferentes ubicaciones físicas. Las predicciones pueden proporcionar los tipos de solicitudes que se recibirán en diferentes momentos y diferentes ubicaciones. Por ejemplo, un nodo perimetral ubicado en un entorno urbano puede recibir a menudo solicitudes para realizar tareas relacionadas con la empresa durante las horas de trabajo, pero típicamente puede recibir solicitudes para servicios de transmisión por secuencias durante las horas no laborales. Se usan diferentes recursos informáticos para realizar los diversos tipos de tareas. Al predecir los tipos de solicitud y las horas en que se recibirán las solicitudes, los recursos informáticos adecuados pueden asignarse en el o los nodos perimetrales antes de que se reciban las solicitudes. Las predicciones pueden realizarse mediante el uso de aprendizaje automático y/o inteligencia artificial. Por ejemplo, los datos de solicitud históricos pueden agregarse para una pluralidad de solicitudes. Esos datos de solicitud históricos pueden incluir datos tales como una hora de la solicitud, una ubicación de un dispositivo desde el que se originó la solicitud, un tipo de servicio que se solicita, y/o un identificador de usuario/dispositivo (tal como una dirección de control de acceso al medio (MAC)). A continuación, puede entrenarse un modelo de aprendizaje automático a partir de los datos de solicitud históricos agregados. De este modo, el modelo de aprendizaje automático entrenado puede usarse para hacer predicciones para futuras solicitudes y los recursos informáticos pueden asignarse a los nodos perimetrales en consecuencia. Por tanto, la capacidad limitada de cada nodo puede usarse de manera más eficiente mientras también se mantiene baja la latencia para procesar solicitudes y proporcionar servicios informáticos.

La presente tecnología también es capaz de predecir la capacidad de la red informática perimetral y los requisitos de hardware. Por ejemplo, como se ha descrito anteriormente, se pueden hacer predicciones basándose en los datos de solicitud históricos en cuanto a qué tipos de solicitudes se recibirán en el futuro y dónde se recibirán esas solicitudes. La presente tecnología también es capaz de predecir la cantidad de solicitudes, así como el efecto que pueden tener esas solicitudes en la red. Tales predicciones pueden usarse para ayudar a garantizar que el nodo perimetral particular tiene capacidad para realizar los servicios solicitados en el futuro. Por ejemplo, las predicciones pueden utilizarse para aprovisionar eficientemente recursos de hardware en cada nodo perimetral basándose en los tipos y cantidades de servicios informáticos que se predice que se solicitarán en cada uno de los nodos perimetrales. Por lo tanto, la propia red proporciona retroalimentación sobre sus necesidades de hardware para continuar operando a valores de rendimiento de alta calidad, tal como proporcionar servicios a niveles de latencia bajos.

Además de predecir los recursos de hardware que se necesitarán para los nodos perimetrales que ya existentes, la tecnología actual también puede usarse para aprovisionar de manera eficiente nuevos nodos perimetrales. La red informática perimetral puede incluir una pluralidad de balizas que funcionan para monitorizar tráfico en una ubicación particular. Las balizas pueden ser implementaciones de bajo coste que pueden instalarse en una variedad de ubicaciones, incluso en estructuras al aire libre tales como postes de luz o edificios. Las balizas supervisan el tráfico que pasa por las balizas operando como una baliza WiFi y/o Bluetooth. En algunos ejemplos, las balizas también pueden reenviar solicitudes de usuarios autenticados de la red a uno o más de los nodos perimetrales. Al monitorear el tráfico, se puede determinar si se debe instalar un nodo perimetral en la ubicación de la baliza. Además, también se pueden identificar los tipos de hardware que deberían instalarse en el nodo perimetral. Por tanto, el uso de balizas permite que la propia red proporcione retroalimentación que permite una instalación más eficiente de los nodos

perimetrales y hardware dentro de los nodos perimetrales.

La Figura 1A representa un sistema 100 de ejemplo para el que puede implementarse la presente tecnología. El sistema 100 representado incluye una pluralidad de nodos perimetrales 106 ubicados en diferentes ubicaciones físicas de una región 104, tal como un estado o país. Los nodos perimetrales 106 pueden ser parte de una red informática perimetral. En general, una red informática perimetral es una red que mueve el procesamiento de ciertos datos a los nodos perimetrales 106 en lugar de en un recurso informático centralizado. Al mover las capacidades de procesamiento de la red más cerca del borde, las capacidades de procesamiento pueden moverse más cerca de los dispositivos que realmente solicitan las capacidades de procesamiento. Un ejemplo de una red informática perimetral es una red de distribución de contenido (CDN).

Múltiples dispositivos o instalaciones pueden solicitar las capacidades de procesamiento de la red informática perimetral y los nodos perimetrales 106 en la misma. Por ejemplo, el sistema 100 puede incluir una pluralidad de dispositivos informáticos móviles, tales como teléfonos inteligentes 108 o tabletas, ordenadores 110 tales como ordenadores portátiles y vehículos 112. Aunque no se representa en el sistema 100, otros dispositivos informáticos móviles tales como drones, aviones, trenes y dispositivos informáticos similares que están destinados a moverse pueden estar presentes en el sistema 100. Los dispositivos informáticos estacionarios o fijos también pueden solicitar las capacidades de procesamiento de los nodos perimetrales 106 en la red informática perimetral. Tales dispositivos informáticos estacionarios pueden alojarse o fijarse dentro de instalaciones tales como empresas 114 o fábricas 116. Otras instalaciones pueden incluir explotaciones agrícolas, fincas, viviendas u otras instalaciones que tienen dispositivos informáticos que utilizan las capacidades de procesamiento de los nodos perimetrales 106. Otros dispositivos informáticos también pueden incluir dispositivos asociados con el Internet de las Cosas (IoT), tales como cámaras, dispositivos de asistencia doméstica, robots, televisores y electrodomésticos, entre otros dispositivos.

Los dispositivos informáticos móviles y/o dispositivos informáticos estacionarios comunican solicitudes para diferentes tipos de procesamiento de datos o servicios informáticos a uno o más de los nodos perimetrales 106. El nodo perimetral 106 que recibe la solicitud procesa la solicitud y proporciona una respuesta de vuelta al dispositivo informático que envió la solicitud. El nodo perimetral particular 106 para el que el dispositivo informático puede comunicarse puede basarse en los límites de servicio 107 de los nodos perimetrales 106. Por ejemplo, si un teléfono inteligente 108 está dentro de un límite de servicio 107 de un nodo perimetral particular 106, el teléfono inteligente 108 puede enviar solicitudes a ese nodo perimetral 106 particular.

Los datos de solicitud que reciben los nodos perimetrales 106 también pueden comunicarse a un sistema informático perimetral predictivo 102. Los datos de solicitud que se envían al sistema informático perimetral predictivo 102 pueden incluir diferentes tipos de datos relacionados con cómo los clientes o usuarios están utilizando las capacidades de procesamiento o servicios informáticos de la red informática perimetral. Por ejemplo, los datos de solicitud pueden incluir información de ubicación, información de fecha y hora, el cliente que solicita el servicio, el tipo de servicios solicitados, el ancho de banda requerido para atender las solicitudes y la duración durante la cual se recibieron las solicitudes, entre otros datos. Los datos de solicitud también pueden incluir diferentes tipos de datos de protocolo, incluyendo datos relacionados con las capas 3-7 del modelo de Interconexión de sistemas abiertos (Open Systems Interconnection, OSI). En algunos ejemplos, los datos de nivel de aplicación (capa 7) pueden ser útiles para identificar los tipos de solicitud y los tipos de servicios informáticos solicitados. Por ejemplo, los datos relacionados con los servicios de aplicación pueden usarse para identificar las aplicaciones que se están ejecutando y que se solicitan en los dispositivos locales y nodos perimetrales 106. El sistema informático perimetral predictivo 102 utiliza esos datos de solicitud en última instancia para orquestar o asignar recursos informáticos en los nodos perimetrales 106. A continuación, se proporciona información adicional con respecto al sistema informático perimetral predictivo 102 con referencia a la FIG. 1B.

La Figura 1B representa un ejemplo de un sistema informático perimetral predictivo 102. El sistema informático perimetral predictivo 102 puede incluir un componente de recopilación de datos 120, un componente de almacenamiento de datos 122, un componente de aprendizaje automático (ML) y/o inteligencia artificial (IA) 124, y un componente de orquestación 126. Los componentes del sistema informático perimetral predictivo pueden operar juntos para realizar una o más de las operaciones descritas en el presente documento. El componente de recopilación de datos 120 recopila los datos de solicitud y/o servicio de los nodos perimetrales 106. El componente de recopilación de datos puede modificar los datos de solicitud para colocar los datos de solicitud de los diferentes nodos perimetrales 106 en un formato uniforme. El componente de recopilación de datos 120 también puede etiquetar adicionalmente los datos de solicitud con un tipo de datos particular. El componente de recopilación de datos 120 también puede facilitar el almacenamiento de los datos de solicitud recibidos en el componente de almacenamiento de datos 122. El componente de almacenamiento de datos 122 puede incluir al menos una base de datos y/o almacén de datos para almacenar los datos de solicitud recopilados por el componente de recopilación de datos 120. El componente de almacenamiento de datos 122 también puede incluir hardware físico tal como memoria física de los tipos analizados en el presente documento. Los datos de solicitud pueden almacenarse en el componente de almacenamiento de datos 122 de cualquier manera adecuada que permita la recuperación y acceso de los datos de solicitud por otros componentes. Por ejemplo, los datos de solicitud pueden clasificarse u organizarse en el componente de almacenamiento de datos 122 de diferentes maneras, tal como a través del uso de bases de datos relacionales, bases de datos orientadas a objetos, bases de datos de gráficos y/o una base de datos de lenguaje de consulta estructurado

(SQL), entre otros.

El componente de ML/AI 124 accede y utiliza los datos de solicitud para predecir necesidades de orquestación o asignación de recursos para dispositivos en el sistema 100 de ejemplo. En algunos ejemplos, el componente de ML/AI 124 puede que ya incluya modelos de ML/AI entrenados. En otros ejemplos, el componente de ML/AI 124 puede entrenar modelos de ML/AI. El componente de ML/AI 124 también puede continuar entrenando o actualizando modelos de ML/AI entrenados después del entrenamiento inicial de los modelos de ML/AI. Las técnicas de aprendizaje automático que implementa el componente de ML/AI pueden incluir técnicas de aprendizaje automático supervisadas o no supervisadas. Por ejemplo, se pueden utilizar algoritmos de aprendizaje automático supervisados basándose en los datos de solicitud etiquetados. Los datos de solicitud pueden incluir datos que incluyen un tipo de solicitud, una hora de solicitud y una ubicación de solicitud. Las técnicas de aprendizaje automático supervisado pueden usarse para entrenar un modelo de ML/AI para predecir horas, ubicaciones y tipos de solicitud futuros, entre otros datos. Pueden implementarse algoritmos o técnicas de aprendizaje supervisado basados en regresión y/o basados en clasificación. Algunos modelos de aprendizaje automático que pueden usarse incluyen árboles de decisión, bosques aleatorios, redes neuronales, modelos de aprendizaje profundo, modelos de aprendizaje continuo, modelos de Markov, modelos de regresión lineal, modelos de vecinos más cercanos, modelos gaussianos Naive Bayes, modelos de máquina de vectores de soporte (SVM), entre otros.

También pueden implementarse técnicas de aprendizaje automático no supervisado para identificar correlaciones e ideas adicionales que pueden haber sido previamente desconocidas. Para los datos de solicitud, pueden usarse, entre otros, algoritmos de aprendizaje no supervisado basados en agrupamiento, asociación y anomalías. Los algoritmos de agrupamiento se dirigen generalmente a problemas donde el objetivo es descubrir conjuntos o agrupaciones inherentes de datos, y los algoritmos de asociación se dirigen generalmente a problemas donde el objetivo es descubrir reglas que describen grandes porciones de datos de solicitud. Los algoritmos de detección de anomalías generalmente se dirigen a descubrir métricas inusuales o atípicas dentro de los datos de solicitud. También se pueden utilizar técnicas de aprendizaje automático semisupervisadas donde se etiqueta una porción de los datos de solicitud, pero algunos datos de solicitud no están etiquetados correctamente. También se pueden implementar técnicas y algoritmos de aprendizaje automático de refuerzo. En las técnicas de aprendizaje automático de refuerzo, el modelo de ML/AI continúa entrenándose en un sistema de retroalimentación de datos de solicitud.

El componente de ML/AI 124 proporciona una salida que se proporciona a un componente de orquestación 126. La salida del componente de ML/AI 124 puede ser indicativa de los tipos de solicitud que se verán en el futuro en una ubicación particular, entre otros datos o información analizados en el presente documento. La salida del componente de ML/AI 124 también puede ser indicativa de los tipos de los servicios que se requerirán en una ubicación particular en un momento particular. El componente de orquestación 126 puede usar a continuación esa salida del componente de ML/AI 124 para orquestar los nodos perimetrales 106. Orquestar los nodos perimetrales 106 puede incluir comunicar instrucciones desde el sistema informático perimetral predictivo 102 a los nodos perimetrales 106. Las instrucciones pueden incluir recursos que deberían asignarse en un nodo perimetral particular 106 en un momento particular. Se proporcionan detalles adicionales con respecto a la orquestación de red en la Patente de EE. UU. n.º 9.882.833, titulada "Intent-Based Services Orchestration", que por referencia se incorpora en su totalidad en el presente documento. Por ejemplo, La virtualización de funciones de red (Network Functions Virtualization, "NFV") y las funciones de red virtual (virtual network functions, "VNF") pueden usarse para implementar la asignación de recursos para la orquestación utilizada por la tecnología descrita en el presente documento. La implementación de NFV y VNF, en general, y como se usa en otras aplicaciones de red, se describe con más detalle en la Solicitud de patente de EE. UU. n.ºs de serie 14/730.695; 14/678.208; 14/678.280; y 14/678.309.

En parte, las operaciones de orquestación se realizan en la presente tecnología para inicializar o activar servicios dentro de un nodo perimetral particular 106.

La asignación de los recursos informáticos de los nodos perimetrales 106 puede incluir operaciones tales como el despliegue de software virtualizado, instancias virtualizadas, máquinas virtualizadas, infraestructuras virtualizadas y/o contenedores virtualizados. Por ejemplo, si un servicio informático particular requiere software virtualizado o una máquina virtualizada, ese software o máquina virtualizada puede desplegarse en un nodo perimetral 106 antes de recibir solicitudes para ese servicio particular. En consecuencia, no se pierde tiempo cargando o inicializando el software para una máquina cuando se recibe la solicitud, lo que puede conducir a aumentos significativos en la latencia. Asignar los recursos informáticos también puede incluir cargar una base de datos en la memoria de uno de los nodos perimetrales 106 o almacenar en caché contenido en uno de los nodos perimetrales para un servicio informático particular. Por ejemplo, si un servicio particular requiere contenido específico, tal como un servicio de transmisión por secuencias, ese contenido puede cargarse en un nodo perimetral particular 106 en un momento anterior a que se solicite el contenido. En consecuencia, el contenido puede que ya esté almacenado en caché en el nodo perimetral 106 antes de que el nodo perimetral 106 reciba una solicitud para el contenido. La asignación de los recursos informáticos del nodo perimetral 106 también puede incluir la asignación de recursos de almacenamiento en la memoria del nodo perimetral 106.

La Figura 1C representa un ejemplo de un nodo perimetral 106. El nodo perimetral 106 incluye hardware y software para procesar solicitudes y realizar servicios solicitados por los usuarios de los dispositivos locales. El nodo perimetral

106 incluye diversos componentes o características, tal como un servidor 130, una matriz de puertas programables en campo (FPGA) 132, una unidad central de procesamiento (CPU) 134, una unidad de procesamiento de gráficos (GPU) 136, dispositivos de almacenamiento 138 y recursos de red 140, entre otros posibles componentes o características informáticas. Los componentes del nodo perimetral 106 están configurados para proporcionar servicios y calcular datos de acuerdo con solicitudes de los dispositivos locales. En consecuencia, el nodo perimetral 106 realiza considerablemente más funciones más allá de las funciones realizadas por enrutadores o conmutadores simples. En algunos ejemplos, un nodo perimetral 106 puede ser un punto final de una red informática perimetral y puede estar ubicado en ubicaciones tales como ubicaciones de pasarela, oficinas centrales, ubicaciones de punto de presencia (POP). Por tanto, como cargas de trabajo, los recursos y/o servicios se transfieren a diferentes nodos perimetrales 106 a través de una red informática perimetral, esas cargas de trabajo pueden estar moviéndose a diferentes ubicaciones físicas, lo que permite que se utilicen diferentes porciones de la red informática perimetral bajo demanda en ubicaciones que son las más adecuadas para los usuarios que realizan las solicitudes.

La Figura 1D representa un ejemplo de un entorno operativo adecuado que puede implementar un nodo perimetral 106, comunicándose los dispositivos locales con el nodo perimetral 106, y/o el sistema informático perimetral predictivo 102. En su configuración más básica, el entorno operativo 150 incluye típicamente al menos una unidad de procesamiento 152 y una memoria 154. La unidad de procesamiento puede ser un procesador, que es hardware. Dependiendo de la configuración exacta y el tipo de dispositivo informático, la memoria 154 (almacenamiento, instrucciones para realizar las técnicas de detección de movimiento divulgadas en el presente documento) puede ser volátil (tal como RAM), no volátil (tal como ROM, memoria flash, etc.), o alguna combinación de ambas. Esta configuración más básica se ilustra en la FIG. 5 mediante la línea discontinua 156. La memoria 154 almacena instrucciones que, cuando las ejecuta la unidad o unidades de procesamiento 152, realizan los procesos y operaciones descritos en el presente documento, tales como generar e interpretar señales de datos. Además, el entorno 150 también puede incluir dispositivos de almacenamiento (extraíbles 158 y/o no extraíbles 160) que incluyen, pero sin limitación, de estado sólido, discos magnéticos, discos ópticos o cintas. De manera similar, el entorno 150 también puede tener dispositivo(s) de entrada 164 tal como teclado, ratón, lápiz, entrada de voz, etc. y/o dispositivo(s) de salida 166 tal como una pantalla, altavoces, impresora, etc. También se pueden incluir conexiones de comunicación adicionales 162 que permiten una comunicación adicional con LAN, WAN, punto a punto, etc. El entorno operativo 150 también puede incluir dispositivos de geolocalización 170, tal como un dispositivo de sistema de posicionamiento global (GPS).

El entorno operativo 150 incluye típicamente al menos alguna forma de medios legibles por ordenador. Los medios legibles por ordenador pueden ser cualquier medio disponible al que pueda acceder la unidad de procesamiento 152 u otros dispositivos que comprenden el entorno operativo. A modo de ejemplo, y sin limitación, los medios legibles por ordenador pueden comprender medios de almacenamiento informático y medios de comunicación. Los medios de almacenamiento informático incluyen volátiles y no volátiles, medios extraíbles y no extraíbles implementados en cualquier método o tecnología para el almacenamiento de información tal como instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, módulos de programa u otros datos. Los medios de almacenamiento informático incluyen, RAM, ROM, EEPROM, memoria flash u otra tecnología de memoria, CD-ROM, discos versátiles digitales (DVD) u otro almacenamiento óptico, casetes magnéticos, cinta magnética, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio no transitorio que pueda usarse para almacenar la información deseada. Los medios de almacenamiento informático no son transitorios y no incluyen medios de comunicación.

Los medios de comunicación incorporan instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, módulos de programa u otros datos en una señal de datos modulada tal como una onda portadora u otro mecanismo de transporte e incluyen cualquier medio de entrega de información. La expresión "señal de datos modulada" significa una señal que tiene una o más de sus características establecidas o cambiadas de tal manera que codifican información en la señal. A modo de ejemplo, y sin limitación, los medios de comunicación incluyen medios cableados, como una red cableada o una conexión directa por cable, y medios inalámbricos, como los acústicos, RF, infrarrojos, microondas y otros medios inalámbricos. Las combinaciones de cualquiera de los anteriores también deberían incluirse dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

La Figura 2 representa un sistema de ejemplo 200 que tiene un dispositivo informático móvil 208. El sistema de ejemplo puede ser similar al sistema de ejemplo 100 analizado anteriormente. Por ejemplo, el sistema 200 incluye un primer nodo perimetral 206A, un segundo nodo perimetral 206B y un tercer nodo perimetral 206C. Cada uno de los nodos perimetrales 206 puede tener un límite de servicio 207. El primer nodo perimetral 206A puede tener un primer límite de servicio 207A, el segundo nodo perimetral 206B puede tener un segundo límite de servicio 207B, y el tercer nodo perimetral 206C puede tener un tercer límite de servicio 207C. Los límites de servicio 207 pueden tener diferentes tamaños o configuraciones entre sí. Por ejemplo, un nodo perimetral 206 ubicado en un área rural puede tener un límite de servicio 207 más grande que un nodo perimetral 206 ubicado dentro de un entorno urbano. Los límites de servicio 207 pueden configurarse estáticamente para cubrir un área específica o los límites de servicio 207 pueden ser límites dinámicos que cambian con la demanda y basándose en la capacidad del correspondiente nodo perimetral 206. Por ejemplo, si un nodo perimetral 206 se está acercando a la capacidad máxima para un tipo particular de servicio, el límite de servicio correspondiente puede reducirse en tamaño. Además, cada nodo perimetral 206 puede tener múltiples límites de servicio 207 que corresponden a diferentes tipos de servicio ofrecidos por el nodo perimetral 206. Por ejemplo, si el segundo nodo perimetral 206B ofrece servicios informáticos de aprendizaje automático, pero

el primer nodo perimetral 206A y el tercer nodo perimetral 206C no, el segundo nodo perimetral 206B puede tener un límite de servicio grande 207B para servicios informáticos de aprendizaje automático.

El sistema 200 también puede incluir un servicio de límite de usuario 211 y un servicio de límite de nodo perimetral 212. El servicio de límite de usuario 211 puede alojarse o proporcionarse mediante un dispositivo separado tal como se representa en el sistema 200. En otros ejemplos, el servicio de límite de usuario 211 puede alojarse o proporcionarse mediante uno de los nodos perimetrales 206. De manera similar, el servicio de límite de nodo perimetral 212 puede alojarse o proporcionarse mediante un dispositivo separado tal como se representa en el sistema 200. En otros ejemplos, el servicio de límite de nodo perimetral puede alojarse o proporcionarse mediante uno de los nodos perimetrales 206.

El servicio de límite de usuario 211 rastrea o almacena la ubicación de dispositivos informáticos móviles y estacionarios, tal como el dispositivo informático móvil 208. El servicio de límite de usuario 211 puede rastrear la ubicación de los dispositivos informáticos recibiendo datos de ubicación desde el dispositivo informático móvil 208 que indica la ubicación del dispositivo informático móvil 208. Los datos de ubicación pueden generarse a partir de un dispositivo de geolocalización, tal como un dispositivo GPS, ubicado en el dispositivo informático móvil 208. Por ejemplo, el dispositivo de geolocalización puede generar una ubicación del dispositivo y proporcionar esa ubicación con una indicación de tiempo al servicio de límite de usuario 211. La ubicación del dispositivo informático móvil 208 también puede determinarla el servicio de límite de usuario 211 de diferentes maneras. Como algunos ejemplos, la ubicación del dispositivo informático móvil 208 puede determinarse basándose en la dirección IP del dispositivo informático móvil 208 o un punto de acceso WiFi que está siendo utilizado por el dispositivo informático móvil 208. Un usuario del dispositivo informático móvil 208 también puede introducir manualmente la ubicación del dispositivo informático móvil. El dispositivo informático móvil 208 puede notificar su ubicación al servicio de límite de usuario 211 a intervalos de tiempo regulares.

El servicio de límite de nodo perimetral 212 rastrea o almacena la ubicación de los nodos perimetrales 206. El servicio de límite de nodo perimetral 212 puede rastrear la ubicación de los nodos perimetrales 206 recibiendo datos de ubicación desde los nodos perimetrales 206. Los datos de ubicación pueden generarse a partir de un dispositivo de geolocalización, tal como un dispositivo GPS, ubicado en el nodo perimetral 206. Por ejemplo, el dispositivo de geolocalización puede generar una ubicación del dispositivo y proporcionar esa ubicación con una indicación de tiempo al servicio de límite de nodo perimetral 212. La ubicación del nodo perimetral 206 también puede determinarla el servicio de límite de nodo perimetral 212 de diferentes maneras. Como algunos ejemplos, la ubicación del nodo perimetral 206 puede determinarse basándose en la dirección IP del nodo perimetral 206 o un punto de acceso WiFi que está siendo utilizado por el nodo perimetral 206. La ubicación del nodo perimetral 206 también puede introducirse manualmente. La ubicación de cada uno de los nodos perimetrales 206 también puede almacenarse en una tabla y actualizarse cuando, o si, los nodos perimetrales 206 se mueven. Los nodos perimetrales 206 pueden notificar su ubicación al servicio de límite de nodo perimetral 212 a intervalos de tiempo regulares.

Durante el uso normal del dispositivo informático móvil 208, el dispositivo móvil puede moverse por toda la región 204. El dispositivo móvil 208 puede comenzar en una primera ubicación, tal como la ubicación del dispositivo informático móvil 208 representado en la FIG. 2. En la primera ubicación, el dispositivo informático móvil 208 puede solicitar que se realice un servicio informático remoto. Basándose en la primera ubicación del dispositivo informático móvil 208, la solicitud puede procesarse y el primer nodo perimetral 206A puede realizar el servicio porque la primera ubicación del dispositivo informático móvil 208 está dentro del primer límite de servicio 207A del primer nodo perimetral 206A. A modo de ejemplo, el dispositivo informático móvil 208 puede solicitar procesamiento de base de datos o un servicio de transmisión en tiempo real. El primer nodo perimetral 206A puede comenzar a realizar esos servicios y proporcionar respuestas al dispositivo informático móvil 208. En la tecnología tradicional, el dispositivo informático móvil 208 se habría vinculado al primer nodo perimetral 206A incluso cuando el dispositivo informático móvil 208 se movió. En el ejemplo de un servicio de transmisión en tiempo real, el primer nodo perimetral 206A continuaría proporcionando el servicio incluso cuando el dispositivo informático móvil 208 viajó una distancia significativa lejos del primer nodo perimetral 206A. En ese escenario, a medida que el dispositivo informático móvil 208 se alejaba más, la latencia aumentó provocando interrupciones en la transmisión en tiempo real y reduciendo el nivel o la calidad del servicio que se proporciona. La presente tecnología mejora ese escenario haciendo que el servicio que se está realizando se mueva con, o siga, el dispositivo informático móvil 208.

En la tecnología actual, a medida que el dispositivo informático móvil 208 se mueve, se determina o genera un vector de dirección 209 del dispositivo informático móvil. El vector de dirección 209 puede determinarse mediante un sistema informático perimetral predictivo. El vector de dirección 209 puede determinarse basándose en una primera ubicación del dispositivo informático móvil 208 en una primera vez y una segunda ubicación del dispositivo informático móvil 208 en una segunda vez. Basándose en el vector de dirección determinado 209, se identifica un nodo perimetral diferente 206 basándose en una ubicación futura prevista del dispositivo informático móvil 208.

Por ejemplo, el dispositivo informático móvil 208 puede moverse en una dirección hacia el segundo nodo perimetral 206B. Antes de que el dispositivo móvil 208 alcance una ubicación dentro del segundo límite de servicio 207B del segundo nodo perimetral 206B, los recursos informáticos pueden asignarse en el segundo nodo perimetral 206B de manera que el segundo nodo perimetral 206B puede comenzar a procesar solicitudes desde el dispositivo informático

móvil una vez que está dentro del segundo límite de servicio 207B. Los recursos asignados en el segundo nodo perimetral 206B pueden ser iguales o similares a los recursos del primer nodo perimetral 206A que se usan para procesar las solicitudes o realizar las operaciones informáticas solicitadas por el dispositivo informático móvil cuando el dispositivo informático móvil 208 está en la primera ubicación. En consecuencia, el servicio puede continuar proporcionándose al usuario sin interrupción y con una latencia consistentemente baja a medida que el dispositivo informático móvil 208 se mueve alrededor de la región 204. Por ejemplo, si un servicio se inicializa o activa en el primer nodo perimetral 206A, ese mismo servicio puede inicializarse o activarse en el segundo nodo perimetral 206B basándose en una predicción de que el dispositivo informático móvil estará dentro del segundo límite de servicio 207B debido al movimiento del dispositivo informático móvil 208. Una vez que el dispositivo informático móvil 208 ha alcanzado el segundo límite de servicio 207B y el segundo nodo perimetral 206B está proporcionando el servicio solicitado, el servicio puede detenerse en el primer nodo perimetral 206A y los recursos que se asignaron para realizar el servicio en el primer nodo perimetral 206A pueden usarse a continuación para realizar otros servicios para otros usuarios.

También puede generarse un vector de dirección agregado o basado en agrupaciones para una pluralidad de dispositivos informáticos móviles que se mueven a través de la región 204. Por ejemplo, las ubicaciones de múltiples dispositivos informáticos móviles pueden utilizarse para determinar un vector de dirección agregado. Ese vector de dirección agregado puede usarse a continuación para predecir la ubicación futura de múltiples dispositivos informáticos. También pueden generarse vectores de dirección agregados basándose en diferentes tipos de servicios solicitados por dispositivos informáticos móviles. Por ejemplo, se puede generar un primer vector de dirección agregado para los dispositivos informáticos móviles que solicitan un servicio de procesamiento de base de datos y se puede generar un segundo vector de dirección agregado para los dispositivos informáticos móviles que solicitan un servicio de transmisión por secuencias en tiempo real. Los recursos requeridos para realizar el servicio de procesamiento de base de datos pueden ser diferentes de los recursos requeridos para realizar el servicio de transmisión por secuencias en tiempo real. Por ejemplo, la solicitud basada en base de datos puede requerir la carga de la base de datos en la memoria de un nodo perimetral 206. En consecuencia, predecir la ubicación donde se solicitará cada uno de esos servicios permite que se asignen los recursos apropiados en el nodo perimetral apropiado 206.

Inicializar servicios o asignar recursos en cada uno de los nodos perimetrales 206 basándose en tales predicciones permite un uso más eficiente de los recursos de hardware que están disponibles en cada uno de los nodos perimetrales 206. Cada nodo perimetral 206 tiene una cantidad limitada de capacidad debido a los recursos de hardware disponibles en cada nodo perimetral 206. En consecuencia, no todos los servicios que podría solicitar un usuario pueden inicializarse y operarse en todo momento en todos los nodos perimetrales 206. Incluso si fuera posible una operación perpetua de todos los servicios en todas las ubicaciones, tal implementación probablemente sería un uso considerablemente ineficiente de los recursos de potencia y hardware. Con la tecnología actual, los recursos de hardware de los nodos perimetrales 206 se usan de manera más eficiente mientras que también se reduce la latencia para las comunicaciones dentro de la red informática perimetral y los dispositivos informáticos de los usuarios para los que la red informática perimetral está realizando los servicios.

La Figura 3A representa un sistema de ejemplo 300A que tiene una pluralidad de balizas 310. El sistema 300A es similar al sistema 100 y al sistema 200 analizados anteriormente con la excepción de que el sistema 300A incluye una pluralidad de balizas 310. Las balizas 310 sirven como sondas de red para predecir y determinar el crecimiento futuro potencial de la red informática perimetral. Por ejemplo, las balizas 310 pueden monitorizar dispositivos que pasan por las balizas 310. Esa información puede usarse entonces para predecir la necesidad de otro nodo perimetral 206 en o cerca de la ubicación de una o más de las balizas 310. Las balizas 310 pueden ubicarse en posiciones que aún no están bien cubiertas por uno o más nodos perimetrales 206. Las balizas también pueden colocarse cerca de áreas de alto tráfico potencial de dispositivos informáticos, tales como vías de circulación, vías fluviales, rutas marítimas, rutas de vuelo, etc.

Cada una de las balizas 310 puede incluir conectividad inalámbrica y/o componentes de conectividad por cable, como Wi-Fi, Bluetooth, Ethernet, conexiones 100BaseT y/o GigE. Las balizas 310 pueden incluir interfaces cableadas para permitir las conexiones por cable, tales como conexiones basadas en Ethernet. Las balizas 310 también pueden incluir interfaces de datos celulares para permitir conexiones celulares y servicios de datos celulares, tales como servicios de datos celulares 3G, 4G y/o 5G. Las balizas 310 también pueden incluir dispositivos de memoria y almacenamiento junto con algunos componentes de procesamiento, tales como un procesador. En algunos ejemplos, los componentes primarios del dispositivo pueden fabricarse a partir de un ordenador en miniatura, como un Raspberry Pi, Jetson Nano o dispositivo similar. Cada una de las balizas 310 también puede endurecerse ambientalmente para protegerse contra el clima y los elementos. Por ejemplo, las balizas 310 pueden ser impermeables o resistentes al agua, resistentes a altas o bajas temperaturas y/o resistentes a los golpes. Al endurecer ambientalmente las balizas 310, las balizas 310 pueden colocarse en entornos al aire libre, como en postes de luz, edificios, torres o cualquier otra estructura al aire libre. Las balizas 310 también pueden incluir fuentes de alimentación alternativas para permitir el uso remoto. Por ejemplo, las balizas pueden incluir baterías y células solares para permitir que las baterías se recarguen. Componentes de carga basados en el viento, tal como una pequeña turbina, también pueden incluirse para recargar las baterías de las balizas 310. Las balizas 310 también pueden tener características de conexión física externas adicionales o adhesivos para permitir la conexión a estructuras exteriores.

Las balizas 310 pueden monitorizar el tráfico que pasa por las balizas 310 monitorizando solicitudes para un punto de acceso o conexión. Por ejemplo, cada una de las balizas 310 puede funcionar como una baliza WiFi y/o una baliza Bluetooth difundiendo la presencia de la red, tal como difundiendo un identificador de conjunto de servicios (SSID) o un nombre de Bluetooth. Los dispositivos informáticos móviles 308 que utilizan exploración activa también anuncian su presencia a las balizas 310 a medida que pasan por las balizas 310. Por ejemplo, un dispositivo informático móvil habilitado para WiFi o Bluetooth 308 puede transmitir una solicitud de sonda a las balizas 310. En respuesta, las balizas 310 pueden transmitir una respuesta de sonda al dispositivo informático móvil 308. La solicitud de sonda enviada por el dispositivo informático móvil 308 a la baliza puede incluir información de identificación acerca del dispositivo informático móvil 308. La información de identificación puede incluir un identificador único del dispositivo, tal como una dirección de control de acceso a medios (media access control, MAC), un Identificador único de organización (Organizationally Unique Identifier, OUI), un bloque de dirección individual (Individual Address Block, IAB), un identificador único extendido (Extended Unique Identifier, EUI), una cookie o identificadores similares. A partir del identificador único, se puede identificar o determinar el fabricante del dispositivo informático móvil 308 que envió la solicitud de sonda y, en algunos ejemplos, el tipo de dispositivo informático móvil 308, incluyendo el modelo del dispositivo informático móvil 308. Por ejemplo, en una dirección MAC, los primeros tres octetos identifican al fabricante. Los primeros tres octetos de la dirección MAC pueden representar el OUI. En consecuencia, cada una de las balizas 310 puede identificar la cantidad de dispositivos y los tipos de dispositivos que pasan por cada una de las balizas 310.

Con la cantidad de dispositivos y los tipos de dispositivos que pasan por cada una de las balizas 310, se puede hacer una determinación en cuanto a si un nuevo nodo perimetral debe colocarse en o cerca de la ubicación de una baliza 310 particular. Por ejemplo, si un número alto o un número creciente de dispositivos están pasando por una baliza particular, puede ser necesario un nuevo nodo perimetral en la ubicación de la baliza 310. Los datos con respecto a los tipos de dispositivos que pasan por las balizas 310 permiten además una predicción del hardware que debería instalarse en el nuevo nodo perimetral. Por ejemplo, los datos de solicitud que recopila el sistema informático perimetral predictivo también pueden incluir los tipos de dispositivos que envían las solicitudes junto con los tipos de solicitudes que se envían desde esos dispositivos. En consecuencia, se puede hacer una determinación en cuanto a qué tipos de dispositivos solicitan con mayor frecuencia qué tipos de servicios informáticos. Por tanto, al tener los tipos de dispositivos que pasan por las balizas 310, se puede hacer una predicción en cuanto a los tipos probables de solicitudes que generarían esos dispositivos. Basándose en los tipos probables de servicios que se solicitan, se pueden determinar los tipos de hardware requeridos para los nodos perimetrales recién instalados. Por lo tanto, la red informática perimetral puede expandirse de una manera más eficiente basándose en predicciones y datos generados a partir de la propia red.

En algunos ejemplos, las balizas 310 también pueden servir como puntos de acceso a Internet y/o a la red informática perimetral. En tales ejemplos, los usuarios o dispositivos informáticos móviles que están previamente asociados con el proveedor de servicios que opera las balizas 310 y/o la red informática perimetral pueden unirse a la red de las balizas 310 a través de WiFi, Bluetooth, o cualquier otro tipo de comunicación soportado por las balizas 310. Por ejemplo, las balizas 310 también pueden tener conexiones cableadas, así como conexiones celulares y servicios de datos, tales como conectividad y servicios de datos 3G, 4G y/o 5G. Por ejemplo, los clientes de la red informática perimetral pueden autenticarse mediante las balizas 310 y se puede permitir que se unan a la red WiFi o Bluetooth de las balizas 310. En tales ejemplos, las balizas 310 pueden actuar como un dispositivo de reenvío que reenvía solicitudes desde los dispositivos informáticos móviles a uno o más de los nodos perimetrales 306. A modo de ejemplo, un dispositivo informático móvil 308 puede unirse a la red ofrecida por la baliza 310C. El dispositivo informático móvil 308 puede enviar a continuación una solicitud a la red informática perimetral para realizar un servicio informático. La baliza 310C puede reenviar esa solicitud a un nodo perimetral 306 para procesar la solicitud y/o realizar el servicio, tal como el nodo perimetral 306C. La baliza 310C difiere de los nodos perimetrales 306 en que la baliza 310C no procesa las solicitudes o realiza los servicios solicitados que se reciben, y la baliza 310C puede no tener las capacidades para procesar las solicitudes o realizar los servicios solicitados.

Cuando una baliza 310C reenvía la solicitud al nodo perimetral 306, la baliza 310C extrae datos de la solicitud, tales como la hora de la solicitud, la ubicación de la solicitud, el tipo de servicio solicitado, un identificador único del dispositivo informático móvil 308, el nodo perimetral particular 306 donde se reenvió la solicitud, y otros tipos de datos de solicitud analizados en el presente documento. La baliza 310C también puede extraer un usuario o identificadores de dispositivo de las solicitudes recibidas. Al extraer los identificadores de usuario o dispositivo, el sistema puede rastrear qué usuarios o dispositivos están solicitando ciertos tipos de servicios y en qué horarios esos usuarios están solicitando esos servicios. La baliza 310C puede extraer tales datos de cada solicitud recibida de cada uno de los dispositivos que se han unido a la red ofrecida por la baliza 310C. Por tanto, la baliza 310C puede mantener un registro histórico del uso y tráfico que pasa a través de la baliza 310C.

Basándose en los datos extraídos, se puede determinar el número de solicitudes que se reciben cerca de la baliza 310C, así como los tipos de servicios que se solicitan. Si el número de solicitudes supera un umbral de tráfico predeterminado, entonces se puede generar una recomendación para instalar un nuevo nodo perimetral 306 en la ubicación de la baliza 310C. Una recomendación para instalar el nuevo nodo perimetral 306 también puede basarse en una tasa de cambio del número de solicitudes que se reciben cerca o en la baliza 310. También puede entrenarse un modelo de ML/IA basándose en los datos de solicitud extraídos, y usarse para generar un número futuro previsto

de solicitudes. La tasa de cambio del número de solicitudes y/o el número previsto de solicitudes futuras también puede usarse para determinar si generar una recomendación para instalar el nuevo nodo perimetral 306. Por ejemplo, si la tasa de cambio o el número previsto de solicitudes futuras supera un umbral predeterminado, entonces se puede generar una recomendación para construir el nuevo nodo perimetral 306 en la ubicación de la baliza 310C.

5 Los tipos de servicio extraídos solicitados también pueden usarse para generar una recomendación para una asignación de hardware del nodo perimetral. Por ejemplo, cuando los tipos de solicitud incluyen solicitudes web, la asignación de hardware recomendada puede ser para servidores web. Cuando los tipos de solicitud incluyen solicitudes de transmisión por secuencias, la asignación de hardware recomendada puede incluir servidores de transmisión por secuencias. Cuando los tipos de solicitud incluyen solicitudes de IA, la asignación de hardware recomendada puede incluir aceleradores especializados, tales como chips o tarjetas basados en GPU, o dispositivos similares adecuados para manejar solicitudes relacionadas con IA. Los tipos de solicitud anteriores y las asignaciones de hardware recomendadas no pretenden limitar, sino que se proporcionan como ejemplos.

15 También se pueden determinar otros factores relacionados con el rendimiento, tal como la distancia total que tienen que recorrer las solicitudes reenviadas para ser procesadas por un nodo perimetral existente 306. Por ejemplo, las balizas pueden comunicarse con el servicio de límite de nodo perimetral 312 y proporcionar la ubicación de las balizas 310 al servicio de límite de nodo perimetral 312. Las ubicaciones de las balizas 310 pueden proporcionarse al servicio de límite de nodo perimetral 312 de la misma manera o de manera similar a como se proporcionan las ubicaciones de los nodos perimetrales 306 al servicio de límite de nodo perimetral 312, como se discutió anteriormente. Los datos de solicitud extraídos de la baliza 310 también pueden incluir una identificación del nodo perimetral particular 306 al que la baliza 310 reenvió la solicitud. Debido a que la ubicación del nodo perimetral particular 306 es conocida por el servicio de límite de nodo perimetral 312 y la ubicación de la baliza 310 que reenvía la solicitud también es conocida por el servicio de límite de nodo perimetral 312, la distancia entre la baliza 310 y el nodo perimetral particular 306 también puede conocerse o determinarse. La distancia puede ser una diferencia física entre las dos ubicaciones o la distancia física que debe recorrer la solicitud a través de la red. Métricas de rendimiento, como la latencia, también pueden ser rastreadas por la baliza 310 para las solicitudes que se reenvían. Los datos de latencia también pueden ser indicativos de distancia. Las métricas de distancia y/o rendimiento extraídas por la baliza 310 pueden usarse a continuación en la determinación de si debería instalarse un nuevo nodo perimetral 306 en la ubicación de una baliza 310.

Como ejemplo específico, la baliza 310C puede recibir un gran número de solicitudes de sonda de una pluralidad de dispositivos y/o un gran número de solicitudes que se van a reenviar a un nodo perimetral 306 para su procesamiento. Debido a la gran cantidad de solicitudes, se puede generar una recomendación para reemplazar la baliza 310 con otro nodo perimetral 306. La Figura 3B representa un sistema de ejemplo donde se ha instalado un nuevo nodo perimetral 306D en lugar de la baliza 310C. El nuevo nodo perimetral 306D tiene un límite de servicio 307D correspondiente. Al instalar el nuevo nodo perimetral 306D, dispositivos informáticos, tal como un dispositivo informático móvil 308, cerca del nuevo nodo perimetral 306D pueden experimentar latencias reducidas para solicitudes de servicio desde la red informática perimetral porque las solicitudes pueden procesarse más cerca de los dispositivos informáticos. En consecuencia, una vez que se instala el nuevo nodo perimetral 306D, la red informática perimetral puede procesar las solicitudes con latencias más bajas. Además, la instalación del nuevo nodo perimetral 306D se realizó debido a la necesidad comprobada del nuevo nodo perimetral 306D que generaron los componentes de la propia red informática perimetral. Por tanto, los recursos no se desperdician en la instalación de nodos perimetrales 306 donde no hay necesidad de un nodo perimetral 306.

45 La Figura 4 representa un método de ejemplo 400 para reducir la latencia al proporcionar servicios informáticos. Las operaciones representadas en el método de ejemplo 400 pueden realizarse mediante un sistema informático perimetral predictivo, un nodo perimetral, un servicio de límite, otro dispositivo informático conectado comunicativamente a un dispositivo informático móvil, y/o una combinación de los mismos. En la operación 402, se pueden recibir los datos de la primera ubicación para un dispositivo informático móvil en una primera vez desde el dispositivo informático móvil. En la operación 404, se pueden recibir los datos de la segunda ubicación para un dispositivo informático móvil en una segunda vez desde el dispositivo informático móvil. El dispositivo informático móvil puede ser un teléfono inteligente, un portátil, un vehículo, un dron, un ordenador portátil, o un avión, entre otros tipos de dispositivos informáticos móviles.

55 Basándose en los datos de la primera ubicación y los datos de la segunda ubicación, se determina o genera un vector de dirección del dispositivo informático móvil en la operación 406. El vector de dirección es indicativo de una dirección en la que se desplaza el dispositivo informático móvil y una velocidad a la que se desplaza el dispositivo móvil. Por tanto, desde el vector de dirección, se predice una ubicación futura del dispositivo informático móvil. De acuerdo con la invención, el vector de dirección se basa en datos cartográficos que indican que el dispositivo informático móvil se desplaza por una vía de circulación, vía fluvial o vía ferroviaria conocida. De acuerdo con la invención, el vector de dirección se modifica para que coincida con la forma o características de la característica de transporte.

65 Además, el vector de dirección puede basarse en una agregación o agrupación de datos de ubicación de una pluralidad de dispositivos. Por ejemplo, los datos de ubicación pueden recibirse desde un dispositivo informático móvil adicional durante horarios similares a los del primer dispositivo informático móvil. El vector de dirección puede basarse entonces en los datos de ubicación adicionales para los dispositivos informáticos móviles adicionales. En ejemplos en los que

se recopilan datos de ubicación de múltiples dispositivos y/o usuarios, se puede asignar o correlacionar un identificador único con cada uno de los dispositivos y/o usuarios para permitir la separación de los datos de ubicación y para permitir el rastreo de usuarios individuales y/o dispositivos individuales. El identificador único puede ser cualquiera de los identificadores únicos analizados en el presente documento, incluida una dirección MAC y/o una cookie.

5 En la operación 410, basándose en el vector de dirección, se identifica un nodo perimetral de una pluralidad de nodos perimetrales en la red informática perimetral que corresponde a una ubicación prevista del dispositivo informático móvil. Identificar el nodo perimetral en la operación 410 puede incluir acceder a límites de servicio para la pluralidad de nodos perimetrales en la red informática perimetral. El vector de dirección y/o la ubicación prevista del dispositivo informático móvil pueden compararse a continuación con los límites de servicio para la pluralidad de nodos perimetrales. El nodo perimetral se puede identificar basándose en la comparación del vector de dirección y/o la ubicación prevista del dispositivo informático móvil con los límites de servicio. Por ejemplo, la ubicación prevista del dispositivo informático móvil puede encontrarse dentro de uno de los límites de servicio. El nodo perimetral al que corresponde el límite de servicio se identifica entonces como el nodo perimetral.

15 En la operación 412, una vez que se identifica el nodo perimetral, los recursos informáticos para un servicio informático particular se asignan en el nodo perimetral identificado. Los recursos informáticos se asignan antes de que el dispositivo móvil esté realmente en la ubicación prevista. La temporización de la asignación de recursos también puede basarse en el vector de dirección ya que los recursos se van a asignar antes de que el dispositivo informático móvil llegue a la ubicación prevista. Por ejemplo, los recursos informáticos pueden asignarse antes de que el dispositivo informático móvil entre en el límite de servicio del nodo perimetral identificado. La asignación de recursos en el nodo perimetral identificado puede incluir acciones tales como desplegar un software virtualizado, desplegar una instancia virtualizada, desplegar una máquina virtualizada, desplegar infraestructura virtualizada, desplegar un contenedor virtualizado, cargar una base de datos en la memoria del nodo perimetral identificado, almacenar en caché contenido del servicio informático y/o asignar recursos de almacenamiento en la memoria del nodo perimetral identificado, entre otras acciones de asignación de recursos analizadas en el presente documento. Por ejemplo, el servicio informático puede ser un servicio basado en base de datos y asignar los recursos informáticos incluye cargar la base de datos correspondiente en la memoria del nodo perimetral identificado. Cargar una base de datos de tamaño considerable puede llevar una cantidad de tiempo considerable. Por tanto, si la base de datos no se cargara antes de recibir una solicitud del servicio, la latencia para realizar las solicitudes aumentaría considerablemente.

25 En la operación 414, posterior a la asignación de los recursos informáticos en el nodo perimetral identificado, se recibe una solicitud para realizar el servicio informático desde el dispositivo informático móvil. La solicitud puede recibirse cuando el dispositivo informático móvil está en la ubicación prevista y/o a una hora prevista basándose en el vector de dirección. En la operación 416, el nodo perimetral identificado realiza el servicio informático solicitado usando los recursos que se asignaron en la operación 412. Los archivos de registro para las solicitudes que se reciben y los servicios que se realizan también pueden generarse y almacenarse durante la realización del método 400. Los archivos de registro pueden incluir los tipos de datos de solicitud analizados en el presente documento, incluidos datos con respecto a los usuarios que realizan las solicitudes, identificadores únicos para los usuarios y/o los dispositivos informáticos móviles que realizan las solicitudes, la hora a la que se envían las solicitudes, los tipos de servicios que se solicitan, la ubicación desde la que se generan las solicitudes, y la ubicación del nodo perimetral que realiza los servicios, entre otros tipos de datos. Esos archivos de registro pueden proporcionarse a continuación como retroalimentación en el sistema informático perimetral predictivo para mejorar el sistema y entrenar adicionalmente los modelos de ML/IA analizados en el presente documento. En algunos ejemplos, si no se recibe una solicitud de un servicio correspondiente a los recursos asignados dentro de un plazo de tiempo predeterminado, los recursos asignados pueden reasignarse para otro servicio o desasignarse para conservar recursos.

35 La Figura 5 representa otro método de ejemplo 500 para reducir la latencia al proporcionar servicios informáticos. Las operaciones representadas en el método de ejemplo 500 pueden realizarse mediante un sistema informático perimetral predictivo, un nodo perimetral, un servicio de límite, otro dispositivo informático conectado comunicativamente a un dispositivo informático móvil, y/o una combinación de los mismos. En la operación 502, se pueden recibir los datos de la primera ubicación para un dispositivo informático móvil en una primera vez desde el dispositivo informático móvil. El dispositivo informático móvil puede ser un teléfono inteligente, un portátil, un vehículo, un dron, un ordenador portátil, o un avión, entre otros tipos de dispositivos informáticos móviles.

55 En la operación 504, se identifica un primer nodo perimetral de una pluralidad de nodos perimetrales en una red informática perimetral. El primer nodo perimetral puede identificarse comparando los datos de la primera ubicación con los límites de servicio para la pluralidad de nodos perimetrales. Por ejemplo, se puede acceder a los límites de servicio para la pluralidad de nodos perimetrales, y se puede comparar la primera ubicación con los límites de servicio. Basándose en la comparación de la primera ubicación con los límites de servicio, el primer nodo perimetral puede identificarse porque la primera ubicación está dentro del límite de servicio del primer nodo perimetral.

60 En la operación 506, se recibe una solicitud, desde el dispositivo informático móvil, para realizar un servicio informático. El servicio informático puede ser cualquiera de los tipos de servicios informáticos analizados en el presente documento, entre otros que entenderán los expertos en la materia. En la operación 508, el primer nodo perimetral realiza al menos una porción del servicio informático solicitado. Por ejemplo, el primer nodo perimetral puede comenzar un servicio de

transmisión por secuencias en tiempo real o comenzar a procesar solicitudes de IA.

En la operación 510, los datos de la segunda ubicación del dispositivo informático móvil se reciben en una segunda vez desde el dispositivo informático móvil. En la operación 512, se determina o genera un vector de dirección basándose en los datos de la primera ubicación y los datos de la segunda ubicación. El vector de dirección puede generarse o determinarse de la misma manera o de manera similar a la analizada anteriormente. En la operación 514, basándose en el vector de dirección determinado o generado, se puede identificar un segundo nodo perimetral de la pluralidad de nodos perimetrales que corresponde a una ubicación futura prevista del dispositivo informático móvil. Por ejemplo, el vector de dirección puede usarse para predecir una ubicación del dispositivo informático móvil para un momento en el futuro, tal como una tercera vez. Identificar el segundo nodo perimetral en la operación 514 puede incluir acceder a límites de servicio para la pluralidad de nodos perimetrales en la red informática perimetral. El vector de dirección y/o la ubicación prevista del dispositivo informático móvil pueden compararse a continuación con los límites de servicio para la pluralidad de nodos perimetrales. Basándose en la comparación del vector de dirección y/o la ubicación prevista del dispositivo informático móvil con los límites de servicio, se puede identificar el segundo nodo perimetral. Por ejemplo, la ubicación prevista del dispositivo informático móvil puede encontrarse dentro del límite de servicio del segundo nodo perimetral.

En la operación 516, los recursos informáticos del servicio informático se asignan en el segundo nodo perimetral de modo que el segundo nodo perimetral puede continuar realizando el servicio informático cuando el dispositivo informático móvil se acerca al segundo nodo perimetral. Los recursos informáticos pueden asignarse antes de que el dispositivo informático móvil esté realmente en la ubicación prevista o dentro del límite de servicio del segundo nodo perimetral. La temporización de la asignación de recursos también puede basarse en el vector de dirección y/o ubicación prevista ya que los recursos han de asignarse antes de que el dispositivo informático móvil llegue a la ubicación pronosticada y/o el límite de servicio del segundo nodo perimetral. La asignación de los recursos en el segundo nodo perimetral puede incluir cualquiera de las acciones de asignación analizadas en el presente documento. Los recursos asignados, sin embargo, pueden basarse en los recursos utilizados por el primer nodo perimetral. Por ejemplo, si el primer nodo perimetral requería que se desplegara una máquina virtual particular para realizar el servicio informático solicitado, asignar recursos en el segundo nodo perimetral puede incluir desplegar la misma máquina virtual particular. Por tanto, los recursos informáticos requeridos del servicio informático pueden seguir eficazmente al dispositivo informático móvil a medida que el dispositivo informático móvil se mueve a través de una región.

En la operación 518, el segundo nodo perimetral continúa realizando los servicios informáticos y proporcionando respuestas al dispositivo informático móvil una vez que el dispositivo informático móvil está dentro del límite de servicio del segundo nodo perimetral. En algunos ejemplos, los recursos informáticos del primer nodo perimetral pueden detenerse, desasignarse o reasignarse, ya que pueden no ser necesarios debido a que el dispositivo informático móvil ahora está enviando solicitudes al segundo nodo perimetral. En consecuencia, los recursos pueden conservarse en los nodos perimetrales cuando no son necesarios.

Los archivos de registro para las solicitudes que se reciben y los servicios que se realizan también pueden generarse y almacenarse durante la realización del método 500. Los archivos de registro pueden incluir los tipos de datos de solicitud analizados en el presente documento, incluidos datos con respecto a los usuarios que realizan las solicitudes, identificadores únicos para los usuarios y/o los dispositivos informáticos móviles que realizan las solicitudes, la hora a la que se envían las solicitudes, los tipos de servicios que se solicitan, la ubicación desde la que se generan las solicitudes, y la ubicación del nodo perimetral que realiza los servicios, entre otros tipos de datos.

La Figura 6 representa otro método de ejemplo 600 para reducir la latencia al proporcionar servicios informáticos. Las operaciones representadas en el método de ejemplo 600 pueden realizarse mediante un sistema informático perimetral predictivo, un nodo perimetral, un servicio de límite, otro dispositivo informático conectado comunicativamente a un dispositivo informático móvil, y/o una combinación de los mismos. En la operación 602, los datos de solicitud históricos pueden agregarse para una pluralidad de solicitudes anteriores para realizar servicios informáticos. Los datos de solicitud históricos agregados pueden incluir una diversidad de tipos de datos de solicitud analizados en el presente documento. Por ejemplo, los datos de solicitud históricos agregados pueden incluir, para una pluralidad de solicitudes anteriores, una hora de la solicitud, una ubicación del dispositivo desde el que se originó la solicitud, y un tipo de servicio que se solicita, entre otros tipos de datos de solicitud.

En la operación 604, se puede entrenar un modelo de aprendizaje automático basándose en los datos de solicitud históricos agregados. El modelo de aprendizaje automático puede ser cualquier tipo de modelo de ML/IA analizado en el presente documento. Por ejemplo, el modelo de aprendizaje automático puede ser al menos uno de un árbol de decisión, un modelo de aprendizaje continuo, un bosque aleatorio, una red neuronal o un modelo de aprendizaje profundo. El entrenamiento del modelo de aprendizaje automático puede realizarse en una variedad de métodos diferentes y puede modificarse en función del tipo de modelo que se está entrenando, como apreciarán los expertos en la materia. Por ejemplo, el modelo de aprendizaje automático de entrenamiento puede incluir dividir los datos de solicitud históricos agregados en un conjunto de datos de entrenamiento y un conjunto de datos de prueba. El conjunto de entrenamiento se usa para entrenar o ajustar el modelo de aprendizaje automático, y la prueba se usa para evaluar la eficacia o precisión del modelo de aprendizaje automático entrenado. El entrenamiento del modelo de aprendizaje automático da como resultado que se ajusten diferentes parámetros dentro del modelo de aprendizaje automático,

tales como coeficientes de regresión, pesos en una red neuronal, puntos de división en un árbol de decisión, entre otros parámetros. Durante el proceso de entrenamiento, también se pueden establecer o ajustar hiperparámetros para el modelo particular. Por ejemplo, el número de árboles de decisión a usar puede ser un hiperparámetro que se establece cuando el modelo de aprendizaje automático es un bosque aleatorio. Otros ejemplos de hiperparámetros incluyen el número de capas ocultas en una red neuronal y la intensidad de una penalización usada en la regresión. Los modelos de aprendizaje automático también pueden ajustarse utilizando técnicas de validación cruzada, y el modelo puede entrenarse para reducir errores que pueden evaluarse usando técnicas tales como un error y/o área cuadrático medio bajo las características operativas del receptor. Los expertos en la materia apreciarán y entenderán aspectos adicionales o diferentes implicados en el entrenamiento de modelos de aprendizaje automático basándose en un conjunto de datos.

En la operación 608, se genera una predicción para un tipo de servicio a solicitar en una hora prevista y una ubicación prevista en el futuro a partir del modelo de aprendizaje automático entrenado en la operación 606. Por ejemplo, los datos en tiempo real pueden transmitirse como una entrada al modelo de aprendizaje automático entrenado para recibir la predicción como una salida del modelo de aprendizaje automático entrenado. A modo de ejemplo, el sistema informático perimetral predictivo puede recibir las solicitudes en tiempo real (p. ej., actuales) que están siendo recibidas por los nodos perimetrales en la red informática perimetral, y proporcionarlas al modelo de aprendizaje automático entrenado del componente de ML/IA, que produce la predicción para el tipo de servicio a solicitar en la hora prevista y la ubicación prevista. Por ejemplo, una ubicación futura de un dispositivo móvil y un tipo de servicio a solicitar por ese dispositivo móvil pueden generarse basándose en datos de uso históricos del dispositivo de ese dispositivo móvil. Por ejemplo, un dispositivo móvil puede recorrer una ruta predecible a ciertas horas del día que rastrea los movimientos habituales del usuario, tal como un desplazamiento al trabajo. La predicción también puede ser para múltiples solicitudes. Por ejemplo, la predicción puede incluir el tipo de servicio previsto, la ubicación prevista y/o la hora prevista para una pluralidad de solicitudes a recibir en el futuro. Por tanto, las decisiones de orquestación o asignación de recursos pueden basarse en una predicción de un agregado de solicitudes previstas. Los datos de predicción generados en la operación 608 pueden transmitirse a continuación a un componente de orquestación del sistema informático perimetral predictivo que puede orquestar la asignación de recursos en uno o más de los nodos perimetrales en las operaciones 610-612.

En la operación 610, basándose en la ubicación prevista generada en la operación 608, se puede identificar un nodo perimetral de una pluralidad de nodos perimetrales en una red informática perimetral. La identificación del nodo perimetral en la operación 610 puede basarse adicionalmente en la ubicación física del nodo perimetral. Por ejemplo, una comparación de la ubicación prevista puede compararse con los límites de servicio de la pluralidad de nodos perimetrales. El nodo perimetral que se identifica puede ser el nodo perimetral que tiene el límite de servicio que abarca la ubicación prevista.

En la operación 612, pueden asignarse recursos informáticos en el nodo perimetral identificado basándose en el tipo de servicio previsto y la hora prevista generados en la operación 606. La asignación de los recursos informáticos en el nodo perimetral identificado puede incluir cualquiera de las acciones de asignación analizadas en el presente documento. La asignación de los recursos informáticos puede realizarse antes de la hora prevista, de modo que un servicio correspondiente al tipo de servicio previsto puede inicializarse o activarse antes de una solicitud del servicio, o una gran cantidad de solicitudes del servicio, que se reciben en el nodo perimetral identificado. Por tanto, los modelos y sistemas de aprendizaje automático pueden predecir cuándo, dónde y cómo los usuarios usarán los nodos perimetrales en las redes informáticas perimetrales con horas o días de antelación. Al inicializar los servicios antes de que se soliciten los servicios, la tecnología actual es capaz de proporcionar servicio antes de que se reciban solicitudes en tiempo real, proporcionando efectivamente servicio en tiempo real antes que rendimiento en tiempo real.

En la operación 614, se recibe una solicitud desde un dispositivo informático para realizar el tipo de servicio previsto. La solicitud puede recibirse después de la asignación de recursos en la operación 612. La solicitud también puede recibirse en o sustancialmente cerca de la hora prevista generada en la operación 608. El dispositivo informático que genera la solicitud puede ser cualquiera de los dispositivos informáticos analizados en el presente documento, incluyendo los dispositivos informáticos analizados anteriormente con referencia a la FIG. 1A. Por ejemplo, el dispositivo informático que genera la solicitud puede ser un dispositivo informático móvil, como un teléfono inteligente, un portátil, un vehículo, un dron, un ordenador portátil, o un avión. El dispositivo informático también puede ser un dispositivo informático estacionario, tal como un dispositivo informático en un hogar, una empresa, una fábrica o una explotación agrícola. En la operación 616, el nodo perimetral identificado realiza el servicio solicitado con los recursos informáticos asignados.

La Figura 7 representa otro método de ejemplo 700 para reducir la latencia al proporcionar servicios informáticos. Las operaciones representadas en el método de ejemplo 700 pueden realizarse mediante un sistema informático perimetral predictivo, un nodo perimetral, un servicio de límite, otro dispositivo informático conectado comunicativamente a un dispositivo informático móvil, y/o una combinación de los mismos. En la operación 702, se recibe una pluralidad de solicitudes en tiempo real desde una pluralidad de dispositivos informáticos. La pluralidad de solicitudes en tiempo real puede ser para servicios informáticos que deben realizar uno o más nodos perimetrales de una pluralidad de nodos perimetrales en una red informática perimetral. En la operación 704, los datos representativos de la pluralidad de solicitudes en tiempo real se proporcionan como entrada a un modelo de aprendizaje automático entrenado. El modelo

de aprendizaje automático entrenado puede ser un modelo de aprendizaje automático entrenado en datos de solicitud históricos agregados, tales como los modelos de aprendizaje automático entrenados analizados en el presente documento y anteriormente con referencia al método 600 representado en la FIG. 6.

5 En la operación 706, se genera una predicción para un tipo de servicio a solicitar en una hora prevista y una ubicación prevista en el futuro a partir del modelo de aprendizaje automático entrenado. Las predicciones pueden ser para una pluralidad de solicitudes de una pluralidad de dispositivos. En la operación 708, basándose en la ubicación prevista generada en la operación 706, se puede identificar un nodo perimetral de una pluralidad de nodos perimetrales en una red informática perimetral. La identificación del nodo perimetral en la operación 708 puede basarse adicionalmente en
10 la ubicación física del nodo perimetral. En la operación 710, pueden asignarse recursos informáticos en el nodo perimetral identificado basándose en el tipo de servicio previsto y la hora prevista generados en la operación 706. La asignación de los recursos informáticos en el nodo perimetral identificado puede incluir cualquiera de las acciones de asignación analizadas en el presente documento. La operación 708 y 710 puede ser sustancialmente similar a las operaciones 610 y 612 del método 600 representado en la FIG. 6.

15 La Figura 8 representa un método de ejemplo 800 para asignar hardware en una red. Las operaciones representadas en el método de ejemplo 800 pueden realizarse mediante un sistema informático perimetral predictivo, un nodo perimetral, un servicio de límite, otro dispositivo informático conectado comunicativamente a un dispositivo informático móvil, y/o una combinación de los mismos. En la operación 802, se agregan datos de solicitud históricos para una pluralidad de solicitudes. La pluralidad de solicitudes puede ser solicitudes previas para servicios informáticos que deben realizar uno o más nodos perimetrales dentro de la red informática perimetral. Los datos de solicitud históricos agregados pueden incluir una diversidad de tipos de datos de solicitud analizados en el presente documento. Por ejemplo, los datos de solicitud históricos agregados pueden incluir, para una pluralidad de solicitudes anteriores, una hora de la solicitud, una ubicación del dispositivo desde el que se originó la solicitud, y un tipo de servicio que se solicita, entre otros tipos de datos de solicitud. Los datos de solicitud agregados también pueden incluir un identificador de usuario, un identificador de dispositivo, datos de latencia, datos de fluctuación y/o pérdida de paquetes. Los datos de solicitud agregados también pueden incluir datos de uso tales como utilización de CPU, utilización de interfaz de red, solicitudes por segundo, utilización de memoria, alarmas de red, temperaturas de los componentes y otros datos de uso similares.
20
25

30 En la operación 804, el modelo de aprendizaje automático se entrena basándose en los datos de solicitud históricos agregados. El modelo de aprendizaje automático puede ser cualquier tipo de modelo de ML/IA analizado en el presente documento, y el entrenamiento del modelo de aprendizaje automático puede realizarse usando cualquiera de las técnicas analizadas en el presente documento, incluyendo las técnicas descritas anteriormente con referencia al método 600 representado en la FIG. 6. En la operación 806, se puede generar una predicción para una cantidad o número de solicitudes de servicios a realizar en los nodos perimetrales a partir del modelo de aprendizaje automático entrenado en la operación 804. Además de una predicción del número o cantidad de solicitudes, el modelo de aprendizaje automático entrenado también puede generar una predicción de los tipos de servicio que se solicitarán. Además, el modelo de aprendizaje automático se entrena en datos de uso, tales como la utilización de la CPU, para producir como salida datos de uso previstos.
35
40

45 En la operación 808, se genera una capacidad prevista necesaria para realizar la cantidad prevista de solicitudes. La capacidad prevista puede generarse basándose en datos históricos con respecto a la cantidad de recursos de hardware que se requieren para realizar los servicios solicitados. En algunos ejemplos, también se genera la predicción de la capacidad basándose en los tipos de servicio previstos. Por ejemplo, basándose en datos de rendimiento históricos, se puede determinar cuánto almacenamiento, potencia de procesamiento, ancho de banda y otros recursos fueron necesarios para realizar diferentes servicios (tales como servicios de transmisión por secuencias o procesamiento de IA) para un número de solicitudes. Esos datos pueden usarse a continuación para hacer una determinación en cuanto a una capacidad prevista para el número previsto de solicitudes y los tipos de solicitudes que se realizan. Además, donde el modelo de aprendizaje automático entrenado se entrena en datos de uso, la salida puede ser datos de uso que también son indicativos de requisitos de capacidad previstos y pueden usarse para generar los requisitos de capacidad previstos. Por ejemplo, usando la utilización de CPU como ejemplo, el modelo de aprendizaje automático entrenado puede proporcionar una utilización de CPU prevista para un momento en el futuro. Basándose en esa utilización de CPU prevista, se puede generar una capacidad prevista.
50
55

60 En la operación 810, se realiza una comparación entre la capacidad prevista generada en la operación 808 y una capacidad actual para uno o más de los nodos perimetrales. Basándose en la comparación, se puede generar una recomendación para una alteración de los recursos de hardware. Por ejemplo, basándose en la comparación, se puede determinar que la capacidad prevista supera la capacidad actual. Cuando se hace tal determinación, el método 800 fluye a la operación 812 donde se genera una recomendación para aumentar los recursos de hardware en uno o más nodos perimetrales. Se puede hacer la recomendación para pedir hardware adicional o transferir hardware desde un nodo perimetral a otro nodo perimetral. También puede iniciarse o generarse una orden de hardware para instalar el hardware recomendado en el uno o más nodos perimetrales. Por el contrario, basándose en la comparación en la operación 810, se puede determinar que la capacidad prevista es menor que la capacidad actual. Cuando se hace tal determinación, el método 800 fluye a la operación 814, donde se genera una recomendación para disminuir los recursos de hardware en uno o más nodos perimetrales. La recomendación también puede ser transferir recursos de
65

hardware desde un nodo perimetral a otro nodo perimetral. En ejemplos donde el modelo de aprendizaje automático se entrena en los datos de uso, tales como la utilización de la CPU, la salida del modelo de aprendizaje automático puede incluir inherentemente una comparación con la capacidad actual. Por ejemplo, si el modelo de aprendizaje automático entrenado genera una salida que predice que la utilización de la CPU será mayor que el 100 % en un momento en el futuro, se puede generar una recomendación para aumentar los recursos de hardware porque la capacidad prevista es mayor que la capacidad actual.

En consecuencia, la presente tecnología mejora las expansiones y contracciones de la red basándose en datos generados a partir de la propia red. La planificación de expansiones o contracciones de red puede realizarse a lo largo de diferentes tipos de series temporales, incluyendo semanas, meses o años. Los costes también pueden calcularse o determinarse de otro modo. Por ejemplo, se puede pronosticar el coste por bit y se puede mejorar, monitorear y pronosticar el uso del inventario a lo largo del tiempo.

La Figura 9 representa otro método de ejemplo 900 para asignar hardware en una red. Las operaciones representadas en el método de ejemplo 900 pueden realizarse mediante un sistema informático perimetral predictivo, un nodo perimetral, un servicio de límite, otro dispositivo informático conectado comunicativamente a un dispositivo informático móvil, y/o una combinación de los mismos. En la operación 902, los datos de solicitud históricos se agregan para una pluralidad de solicitudes anteriores de servicios informáticos que deben realizar uno o más nodos perimetrales. Los datos de solicitud históricos pueden incluir datos de rendimiento o uso para una pluralidad de solicitudes anteriores. Por ejemplo, los datos de solicitud históricos pueden incluir datos de fluctuación, latencia, pérdida de paquetes, utilización de CPU, utilización de interfaz de red, solicitudes por segundo, utilización de memoria, alarmas de red, temperaturas de los componentes.

En la operación 904, el modelo de aprendizaje automático se entrena basándose en los datos de solicitud históricos agregados. El modelo de aprendizaje automático puede ser cualquier tipo de modelo de ML/IA analizado en el presente documento, y el entrenamiento del modelo de aprendizaje automático puede realizarse usando cualquiera de las técnicas analizadas en el presente documento, incluyendo las técnicas descritas anteriormente con referencia al método 600 representado en la FIG. 6. El modelo de aprendizaje automático se entrena para producir una salida indicativa de rendimiento previsto o datos de uso en el futuro. Por ejemplo, se puede aplicar un modelo de regresión lineal contra los datos de solicitud históricos agregados para proporcionar una predicción de rendimiento futuro o datos de uso que tienen tipos de datos correspondientes a esos tipos de datos en la solicitud histórica agregada. En la operación 906, se genera una predicción para datos de rendimiento para futuras solicitudes a partir del modelo de aprendizaje automático. Como ejemplos, los datos de rendimiento previstos pueden ser para valores de latencia futuros previstos o utilización de CPU futura prevista.

En la operación 908, los datos de rendimiento previstos generados en la operación 906 se comparan con un umbral de rendimiento predeterminado para determinar si los datos de rendimiento previstos superan el umbral de rendimiento predeterminado. El umbral de rendimiento predeterminado puede basarse en características inherentes de los datos de rendimiento particulares que se analizan. Por ejemplo, donde los datos de rendimiento o uso son la utilización de la CPU o un valor similar, el umbral de rendimiento predeterminado puede ser del 100 %, lo que indica que el uno o más nodos perimetrales estarán a plena capacidad. En otros ejemplos, el umbral predeterminado puede establecerse de otra manera, tal como mediante un acuerdo de nivel de servicio. A modo de ejemplo, donde los datos de rendimiento son la latencia, se puede establecer un valor de latencia máxima en un acuerdo de nivel de servicio. Ese valor de latencia máxima puede usarse como el umbral de rendimiento predeterminado. Por tanto, en un ejemplo de este tipo, se realiza una determinación en la operación 908 en cuanto a si el valor de latencia previsto supera el valor de latencia máxima que se usa como el umbral de rendimiento predeterminado.

Si los datos de rendimiento previstos superan el umbral de rendimiento predeterminado, el método 900 fluye a la operación 910 donde se genera una recomendación para aumentar los recursos de hardware en uno o más nodos perimetrales. Se puede hacer la recomendación para pedir hardware adicional o transferir hardware desde un nodo perimetral a otro nodo perimetral. También puede iniciarse o generarse una orden de hardware para instalar el hardware recomendado en el uno o más nodos perimetrales. Por el contrario, si se puede determinar en la operación 908 que los datos de rendimiento previstos no superan el umbral de rendimiento predeterminado, el método fluye a la operación 912 donde se genera una recomendación para disminuir los recursos de hardware en uno o más nodos perimetrales. La recomendación también puede ser transferir recursos de hardware desde un nodo perimetral a otro nodo perimetral.

La Figura 10 representa otro método de ejemplo 1000 para asignar hardware en una red. Las operaciones representadas en el método de ejemplo 1000 pueden realizarse mediante un sistema informático perimetral predictivo, un nodo perimetral, un servicio de límite, una baliza, otro dispositivo informático conectado comunicativamente a un dispositivo informático móvil, y/o una combinación de los mismos. En la operación 1002, los datos de tráfico pueden recopilarse durante un período de tiempo desde una baliza. La baliza puede ser cualquiera de las balizas analizadas en el presente documento, tal como una de las balizas 310 representadas en las Figuras 3A-3B. La baliza puede supervisar el tráfico en la forma del número de dispositivos en una variedad de técnicas, e incluye las analizadas en el presente documento. Por ejemplo, los dispositivos pueden ser rastreados por la baliza basándose en solicitudes de sonda enviadas a la baliza desde cada uno de los dispositivos. En consecuencia, los datos de tráfico pueden incluir la

cantidad o el número de dispositivos que enviaron solicitudes de sonda a la baliza durante el período de tiempo.

En la operación 1004 se realiza una comparación entre los datos de tráfico recopilados en la operación 1002 y un umbral de tráfico predeterminado. El umbral de tráfico predeterminado puede establecerse basándose en datos de solicitud históricos para otros nodos perimetrales. Por ejemplo, el umbral de tráfico predeterminado puede basarse en un número promedio de dispositivos de los que otros nodos perimetrales reciben solicitudes. Un modelo de ML/IA, tal como un modelo de regresión lineal, también puede entrenarse basándose en los datos de tráfico recopilados de la baliza. El modelo de aprendizaje automático entrenado puede usarse a continuación para predecir una cantidad de tráfico que pasará por la baliza en el futuro. Esos datos de tráfico previstos pueden compararse también o como alternativa con el umbral de tráfico predeterminado en la operación 1004.

Si se determina que los datos de tráfico recopilados de la baliza (o los datos de tráfico previstos) no superan el umbral de tráfico predeterminado en la operación 1004, el método 1000 fluye de vuelta a la operación 1002 donde se continúan recopilando datos de tráfico. Si se determina que los datos de tráfico recopilados de la baliza (o los datos de tráfico previstos) superan el umbral de tráfico predeterminado en la operación 1004, el método 1000 fluye a la operación 1006 donde se genera una recomendación para la instalación de un nuevo nodo perimetral en la ubicación de la baliza. La recomendación para el nuevo nodo perimetral es para un nuevo nodo perimetral además de una pluralidad de nodos perimetrales ya existentes en la red informática perimetral.

El método 1000 también puede proporcionar recomendaciones para asignaciones de hardware para el nuevo nodo perimetral recomendado. En la operación 1008, se extraen identificadores únicos para los dispositivos identificados en los datos de tráfico. Los identificadores únicos pueden extraerse de las solicitudes de sonda recibidas por la baliza desde los dispositivos. Por ejemplo, los identificadores únicos pueden ser direcciones MAC para los dispositivos. En la operación 1010, los tipos de dispositivo se generan basándose en los identificadores únicos extraídos. Por ejemplo, un tipo de dispositivo para cada dispositivo que envió una solicitud de sonda puede determinarse a partir de la dirección MAC correspondiente.

En la operación 1012, los tipos probables de solicitudes de servicio que se recibirían desde los dispositivos en los datos de tráfico pueden predecirse basándose en los tipos de dispositivo determinados en la operación 1010. Por ejemplo, los datos de solicitud que recopila el sistema informático perimetral predictivo también pueden incluir los tipos de dispositivos que envían las solicitudes junto con los tipos de solicitudes que se envían desde esos dispositivos. En consecuencia, se puede hacer una determinación en cuanto a qué tipos de dispositivos solicitan con mayor frecuencia qué tipos de servicios. Por tanto, al tener los tipos de dispositivos que pasan por las balizas, se puede hacer una predicción en cuanto a los tipos probables de solicitudes que generarían esos dispositivos.

En la operación 1014, basándose en los tipos previstos de servicios informáticos determinados en la operación 1012, se puede generar una asignación de hardware recomendada para el nuevo nodo perimetral. Por ejemplo, cuando los servicios informáticos previstos incluyen servicios web, la asignación de hardware recomendada puede incluir servidores web. Cuando los servicios informáticos previstos incluyen servicios de transmisión por secuencias, la asignación de hardware recomendada puede incluir servidores de transmisión por secuencias. Cuando los servicios informáticos previstos incluyen servicios de IA, la asignación de hardware recomendada puede incluir aceleradores especializados, tales como chips o tarjetas basados en GPU, o dispositivos similares adecuados para manejar solicitudes relacionadas con IA. Después de la operación 1014, el método 1000 puede fluir a la operación 1016 donde el nuevo nodo perimetral recomendado se instala con la asignación de hardware recomendada. La operación 1016 también puede incluir procesar solicitudes desde dispositivos informáticos y realizar servicios con la asignación de hardware.

La Figura 11 representa otro método de ejemplo 1100 para asignar hardware en una red. Las operaciones representadas en el método de ejemplo 1100 pueden realizarse mediante un sistema informático perimetral predictivo, un nodo perimetral, un servicio de límite, una baliza, otro dispositivo informático conectado comunicativamente a un dispositivo informático móvil, y/o una combinación de los mismos. En la operación 1102, una baliza recibe una pluralidad de solicitudes de servicios informáticos que debe realizar un nodo perimetral en una red informática perimetral. La baliza puede ubicarse en una ubicación física específica en una región. La baliza puede ser cualquiera de las balizas analizadas en el presente documento, tal como una de las balizas 310 representadas en las Figuras 3A-3B.

En la operación 1104, se extrae un número o cantidad de solicitudes de la pluralidad de solicitudes recibidas. El tipo de servicios solicitados también puede extraerse de la pluralidad de solicitudes recibidas en la operación 1104. Las solicitudes se reenvían a continuación a un nodo perimetral en la red informática perimetral para el propio rendimiento de los servicios informáticos en la solicitud.

En la operación 1108, se realiza una comparación entre el número de solicitudes extraídas en la operación 1104 y un umbral de tráfico predeterminado. El umbral de tráfico predeterminado puede establecerse basándose en datos de solicitud históricos para otros nodos perimetrales. Por ejemplo, el umbral de tráfico predeterminado puede basarse en un número promedio de solicitudes que reciben otros nodos perimetrales. Un modelo de ML/IA, tal como un modelo de regresión lineal, también puede entrenarse basándose en el número extraído de solicitudes. El modelo de

aprendizaje automático entrenado puede usarse a continuación para predecir una cantidad de solicitudes que recibirá la baliza en el futuro. Ese número previsto de solicitudes puede compararse también o como alternativa con el umbral de tráfico predeterminado en la operación 1108.

- 5 Si se determina que el número extraído de solicitudes (o el número previsto de solicitudes) no supera el umbral de tráfico predeterminado en la operación 1108, el método 1100 fluye de vuelta a la operación 1102 donde se continúan recibiendo solicitudes. Si se determina que el número extraído de solicitudes (o el número previsto de solicitudes) supera el umbral de tráfico predeterminado en la operación 1108, el método 1100 fluye a la operación 1110, donde se genera una recomendación para la instalación de un nuevo nodo perimetral en la ubicación de la baliza. La recomendación para el nuevo nodo perimetral es para un nuevo nodo perimetral además de la pluralidad de nodos perimetrales que ya existen en la red informática perimetral.
- 10

- En la operación 1112, basándose en tipos de servicio extraídos en la operación 1104, se puede generar una recomendación para una asignación de hardware. Por ejemplo, cuando los servicios informáticos previstos incluyen servicios web, la asignación de hardware recomendada puede incluir servidores web. Cuando los servicios informáticos previstos incluyen servicios de transmisión por secuencias, la asignación de hardware recomendada puede incluir servidores de transmisión por secuencias. Cuando los servicios informáticos previstos incluyen servicios de IA, la asignación de hardware recomendada puede incluir aceleradores especializados, tales como chips o tarjetas basados en GPU, o dispositivos similares adecuados para manejar solicitudes relacionadas con IA. Después de la operación 1112, el método 1100 puede fluir a la operación 1114 donde el nuevo nodo perimetral recomendado se instala con la asignación de hardware recomendada. La operación 1114 también puede incluir procesar solicitudes desde dispositivos informáticos y realizar servicios con la asignación de hardware.
- 15
- 20

- Las realizaciones descritas en el presente documento pueden emplearse usando software, hardware o una combinación de software y hardware para implementar y realizar los sistemas y métodos divulgados en el presente documento. Aunque se han mencionado dispositivos específicos a lo largo de la divulgación que realizan funciones específicas, un experto en la materia apreciará que estos dispositivos se proporcionan con fines ilustrativos, y pueden emplearse otros dispositivos para realizar la funcionalidad divulgada en el presente documento sin apartarse del alcance de la divulgación. Además, algunos aspectos de la presente divulgación se describen anteriormente con referencia a diagramas de bloques y/o ilustraciones operativas de sistemas y métodos de acuerdo con aspectos de esta divulgación. Las funciones, operaciones y/o actos anotados en los bloques pueden ocurrir fuera del orden que se muestra en cualquier diagrama de flujo respectivo. Por ejemplo, dos bloques mostrados en sucesión pueden, de hecho, ejecutarse o realizarse sustancialmente al mismo tiempo o en orden inverso, dependiendo de la funcionalidad y la implementación implicadas.
- 25
- 30

- Esta divulgación describe algunas realizaciones de la presente tecnología con referencia a los dibujos adjuntos, en los que solo se muestran algunas de las posibles realizaciones. Otros aspectos pueden, sin embargo, realizarse de muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitada a las realizaciones expuestas en el presente documento. En cambio, estas realizaciones se proporcionaron de modo que esta divulgación fuera exhaustiva y completa y transmitiera completamente el alcance de las posibles realizaciones a los expertos en la materia. Además, como se usa en el presente documento y en las reivindicaciones, la expresión "al menos uno del elemento A, el elemento B o el elemento C" está destinada a transmitir cualquiera de: elemento A, elemento B, elemento C, elementos A y B, elementos A y C, elementos B y C, y elementos A, B y C. Además, un experto en la materia comprenderá el alcance del significado de términos como "aproximadamente" o "sustancialmente" a la vista de las técnicas de medición utilizadas en el presente documento. En la medida en que tales términos no pueda definirlos o entenderlos claramente un experto en la materia, el término "aproximadamente" significará más o menos diez por ciento.
- 35
- 40
- 45

El alcance de la protección se define por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método implementado por ordenador para reducir la latencia en la prestación de un servicio informático, comprendiendo el método:
- 5 recibir, desde un dispositivo informático móvil, datos de la primera ubicación del dispositivo informático móvil en una primera vez;
 recibir, desde el dispositivo informático móvil, datos de la segunda ubicación del dispositivo informático móvil en una segunda vez;
- 10 basándose en los datos de la primera ubicación y los datos de la segunda ubicación, determinar un vector de dirección del dispositivo informático móvil;
 recibir datos cartográficos del dispositivo informático móvil;
 determinar, basándose en los datos cartográficos, que el dispositivo informático móvil se desplaza a lo largo de una característica de transporte restringida, en donde la característica de transporte restringida es una vía de
- 15 circulación, vía fluvial o ferroviaria;
 modificar el vector de dirección basándose en la característica de transporte restringida;
 basándose en el vector de dirección modificado:
- 20 identificar un nodo perimetral de una pluralidad de nodos perimetrales correspondientes a una ubicación prevista del dispositivo informático móvil, en donde la ubicación prevista es una ubicación a lo largo de la característica de transporte restringida en la dirección del vector de dirección modificado; y
 antes de que el dispositivo informático móvil esté en la ubicación prevista, asignar recursos informáticos para el servicio informático en el nodo perimetral identificado.
- 25 2. El método implementado por ordenador de la reivindicación 1, que comprende:
- basándose en los datos de la primera ubicación, identificar un primer nodo perimetral de la pluralidad de nodos perimetrales;
- 30 recibir, desde el dispositivo informático móvil, una solicitud para realizar un servicio informático;
 realizar, mediante el primer nodo perimetral, al menos una porción del servicio informático solicitado; y
 en donde la etapa de identificar el nodo perimetral comprende identificar un segundo nodo perimetral de la pluralidad de nodos perimetrales correspondientes a la ubicación prevista del dispositivo informático móvil; y
 asignar recursos informáticos comprende asignar recursos informáticos para el servicio informático en el segundo
- 35 nodo perimetral de modo que el segundo nodo perimetral pueda continuar realizando el servicio informático.
3. El método implementado por ordenador de la reivindicación 1 o 2, en donde el dispositivo informático móvil es uno de un teléfono inteligente, un portátil, un vehículo, un dron, un ordenador portátil, o un avión.
4. El método implementado por ordenador de la reivindicación 1, que comprende además recibir un identificador único del dispositivo informático móvil y correlacionar el identificador único con los datos de la primera ubicación recibidos y los datos de la segunda ubicación para permitir el rastreo del dispositivo informático móvil; y, opcionalmente, en donde el identificador único es uno de una cookie o una dirección de control de acceso a medios (dirección MAC).
- 45 5. El método implementado por ordenador de la reivindicación 1, en donde el nodo perimetral incluye al menos uno de un servidor, una unidad de procesamiento de gráficos (GPU), una unidad central de procesamiento (CPU), o una matriz de puertas programables en campo (FPGA).
6. El método implementado por ordenador de la reivindicación 1, en donde:
- 50 (i) asignar los recursos informáticos comprende realizar al menos uno de:
- desplegar un software virtualizado;
 desplegar una instancia virtualizada;
 desplegar una máquina virtualizada;
- 55 desplegar infraestructura virtualizada;
 desplegar un contenedor virtualizado;
 cargar una base de datos en la memoria del nodo perimetral identificado;
 almacenar en caché contenido del servicio informático;
 asignar recursos de almacenamiento en la memoria del nodo perimetral identificado; o
- 60 (ii) en donde el servicio informático es un servicio basado en base de datos y la asignación de los recursos informáticos incluye cargar la base de datos en la memoria del nodo perimetral identificado.
7. El método implementado por ordenador de la reivindicación 1, que comprende además:
- 65

después de asignar los recursos informáticos, recibir, desde el dispositivo informático móvil, la solicitud del servicio informático; y
realizar el servicio informático solicitado con recursos informáticos asignados del nodo perimetral identificado.

5 8. El método implementado por ordenador de la reivindicación 1 o 2, en donde identificar el nodo perimetral de la pluralidad de nodos perimetrales comprende además:

10 acceder a límites de servicio para la pluralidad de nodos perimetrales;
comparar el vector de dirección con los límites de servicio; y
basándose en la comparación del vector de dirección con los límites de servicio, identificar el nodo perimetral.

9. El método implementado por ordenador de la reivindicación 1, que comprende además:

15 recibir, desde un dispositivo informático móvil adicional, datos de la tercera ubicación del dispositivo informático móvil adicional en la primera vez;
recibir, desde el dispositivo informático móvil, datos de la cuarta ubicación del dispositivo informático móvil adicional en la segunda vez; y
en donde determinar el vector de dirección se basa adicionalmente en los datos de la segunda ubicación y los datos de la tercera ubicación.

20 10. El método implementado por ordenador de la reivindicación 2, en donde:

25 (i) el primer nodo perimetral y el segundo nodo perimetral están ubicados en diferentes ubicaciones físicas e incluyen al menos uno de un servidor, una unidad de procesamiento de gráficos (GPU), una unidad central de procesamiento (CPU), o una matriz de puertas programables en campo (FPGA); o
(ii) identificar el primer nodo perimetral de la pluralidad de nodos perimetrales comprende además:

30 acceder a límites de servicio para la pluralidad de nodos perimetrales;
comparar la primera ubicación con los límites de servicio; y
basándose en la comparación de la primera ubicación con los límites de servicio, identificar el primer nodo perimetral.

11. Un sistema para reducir la latencia en la prestación de servicios informáticos, comprendiendo el sistema:

35 al menos un procesador; e
instrucciones de almacenamiento de memoria que, cuando las ejecuta el al menos un procesador, hacen que el sistema realice una pluralidad de operaciones que comprenden:

40 recibir, desde un dispositivo informático móvil, datos de la primera ubicación del dispositivo informático móvil en una primera vez;
basándose en los datos de la primera ubicación, identificar un primer nodo perimetral de una pluralidad de nodos perimetrales;
recibir, desde el dispositivo informático móvil, una solicitud para realizar un servicio informático;
realizar, mediante el primer nodo perimetral, al menos una porción del servicio informático solicitado;
45 recibir, desde el dispositivo informático móvil, datos de la segunda ubicación del dispositivo informático móvil en una segunda vez;
basándose en los datos de la primera ubicación y los datos de la segunda ubicación, determinar un vector de dirección del dispositivo informático móvil;
recibir, desde el dispositivo informático móvil, datos cartográficos para la ubicación del dispositivo informático móvil;
50 determinar, basándose en los datos cartográficos, que el dispositivo informático móvil se desplaza a lo largo de una característica de transporte restringida, en donde la característica de transporte restringida es una vía de circulación, vía fluvial o ferroviaria;
modificar el vector de dirección basándose en la característica de transporte restringida;
55 basándose en el vector de dirección modificado:

60 identificar un segundo nodo perimetral de una pluralidad de nodos perimetrales correspondientes a una ubicación prevista del dispositivo informático móvil, en donde la ubicación prevista es una ubicación a lo largo de la característica de transporte restringida en la dirección del vector de dirección modificado; y
asignar recursos informáticos para el servicio informático en el segundo nodo perimetral de modo que el segundo nodo perimetral pueda continuar realizando el servicio informático.

12. El sistema de la reivindicación 11, en donde el dispositivo informático móvil es uno de un teléfono inteligente, un portátil, un vehículo, un dron o un avión; y/o
65 en donde el primer nodo perimetral y el segundo nodo perimetral están ubicados en diferentes ubicaciones físicas e incluyen al menos uno de un servidor, una unidad de procesamiento de gráficos (GPU), una unidad central de

procesamiento (CPU), o una matriz de puertas programables en campo (FPGA).

13. El sistema de la reivindicación 11, en donde asignar los recursos informáticos en el segundo nodo perimetral comprende realizar al menos uno de:

- 5
- desplegar un software virtualizado;
 - desplegar una instancia virtualizada;
 - desplegar una máquina virtualizada;
 - desplegar infraestructura virtualizada;
 - 10 desplegar un contenedor virtualizado;
 - cargar una base de datos en la memoria del nodo perimetral identificado;
 - almacenar en caché contenido del servicio informático; o
 - asignar recursos de almacenamiento en la memoria del nodo perimetral identificado.

15 14. El sistema de la reivindicación 11, en donde las operaciones comprenden además:

- recibir, desde un dispositivo informático móvil adicional, datos de la tercera ubicación del dispositivo informático móvil adicional en la primera vez;
- 20 recibir, desde el dispositivo informático móvil, datos de la cuarta ubicación del dispositivo informático móvil adicional en la segunda vez; y
- en donde determinar el vector de dirección se basa adicionalmente en los datos de la segunda ubicación y los datos de la tercera ubicación.

15. El sistema de la reivindicación 11, en donde:

- 25
- (i) identificar un segundo nodo perimetral se basa adicionalmente en un tipo de servicio informático solicitado por el dispositivo informático móvil; o
 - (ii) identificar el segundo nodo perimetral comprende además:
- 30
- acceder a límites de servicio para la pluralidad de nodos perimetrales;
 - comparar el vector de dirección con los límites de servicio; y
 - basándose en la comparación del vector de dirección con los límites de servicio, identificar el segundo nodo perimetral.

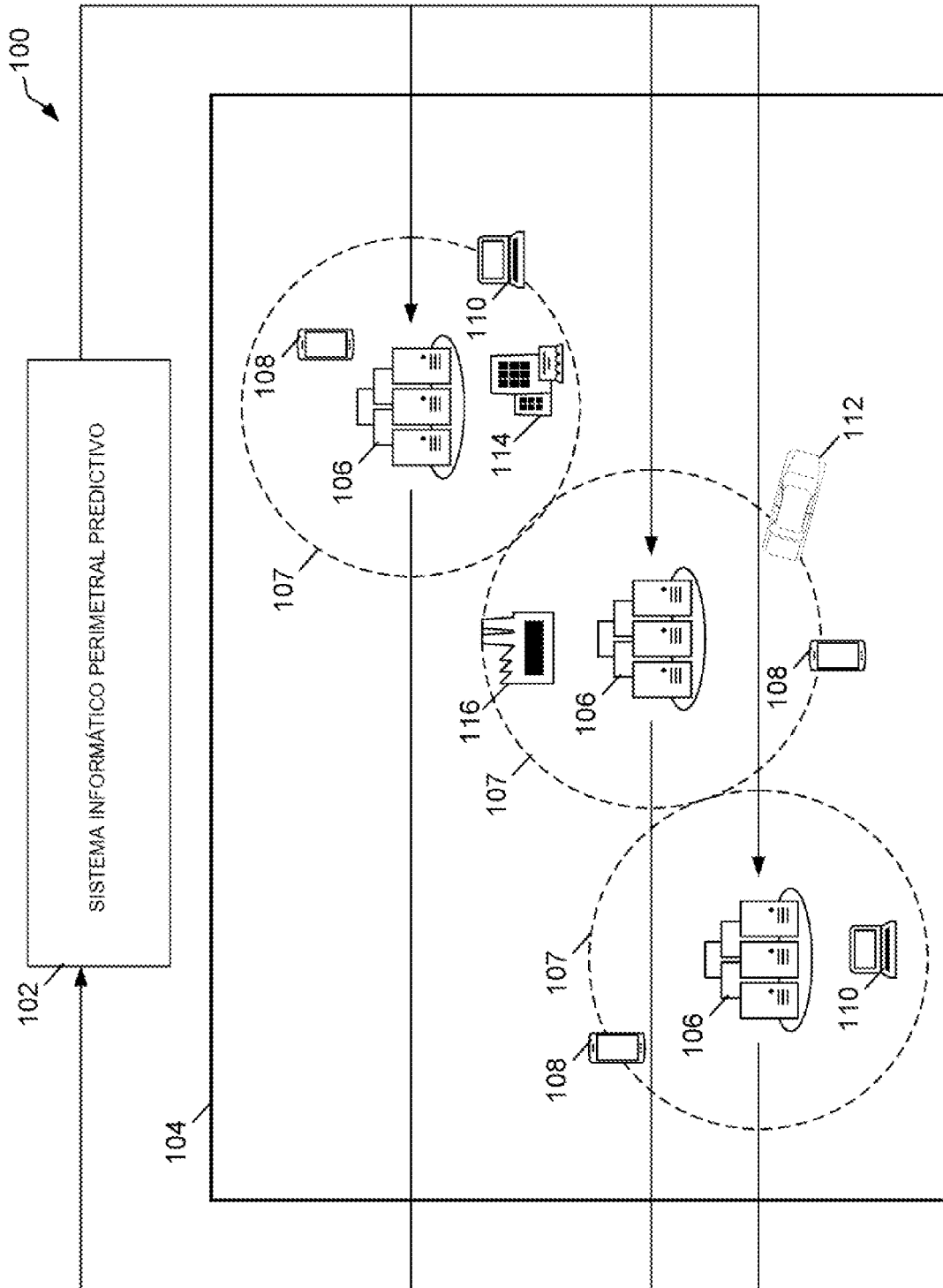


FIG. 1A

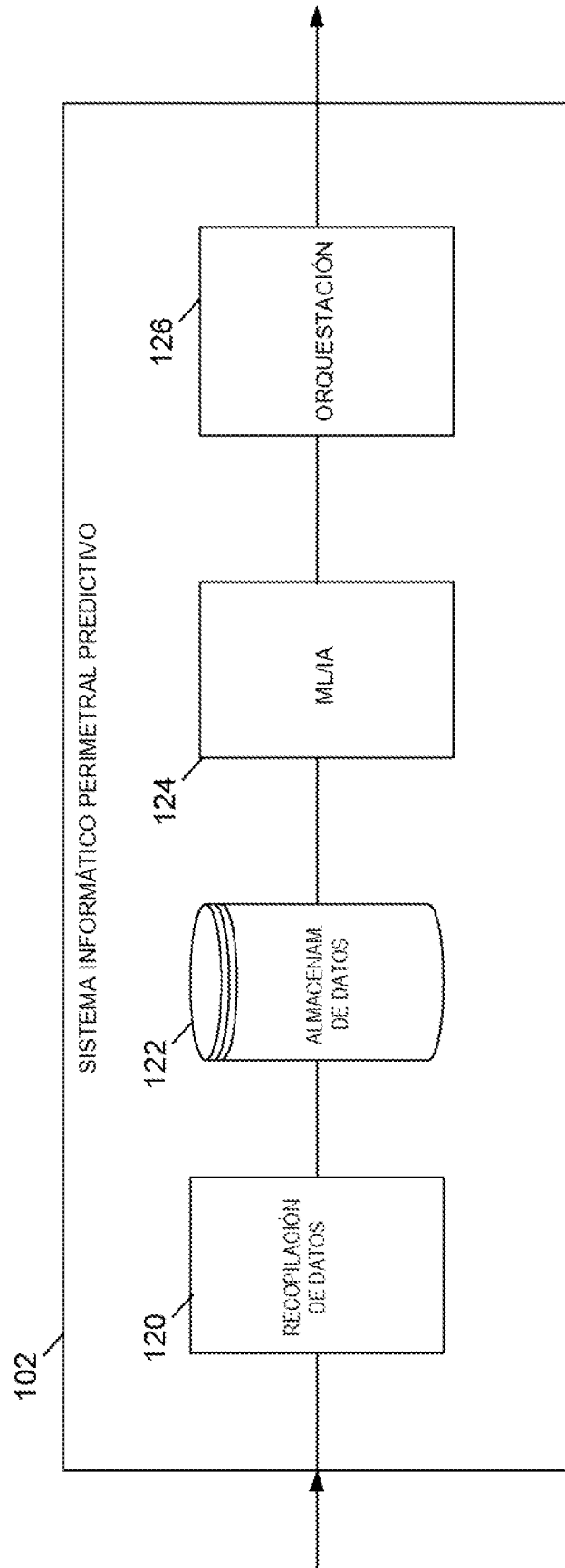


FIG. 1B

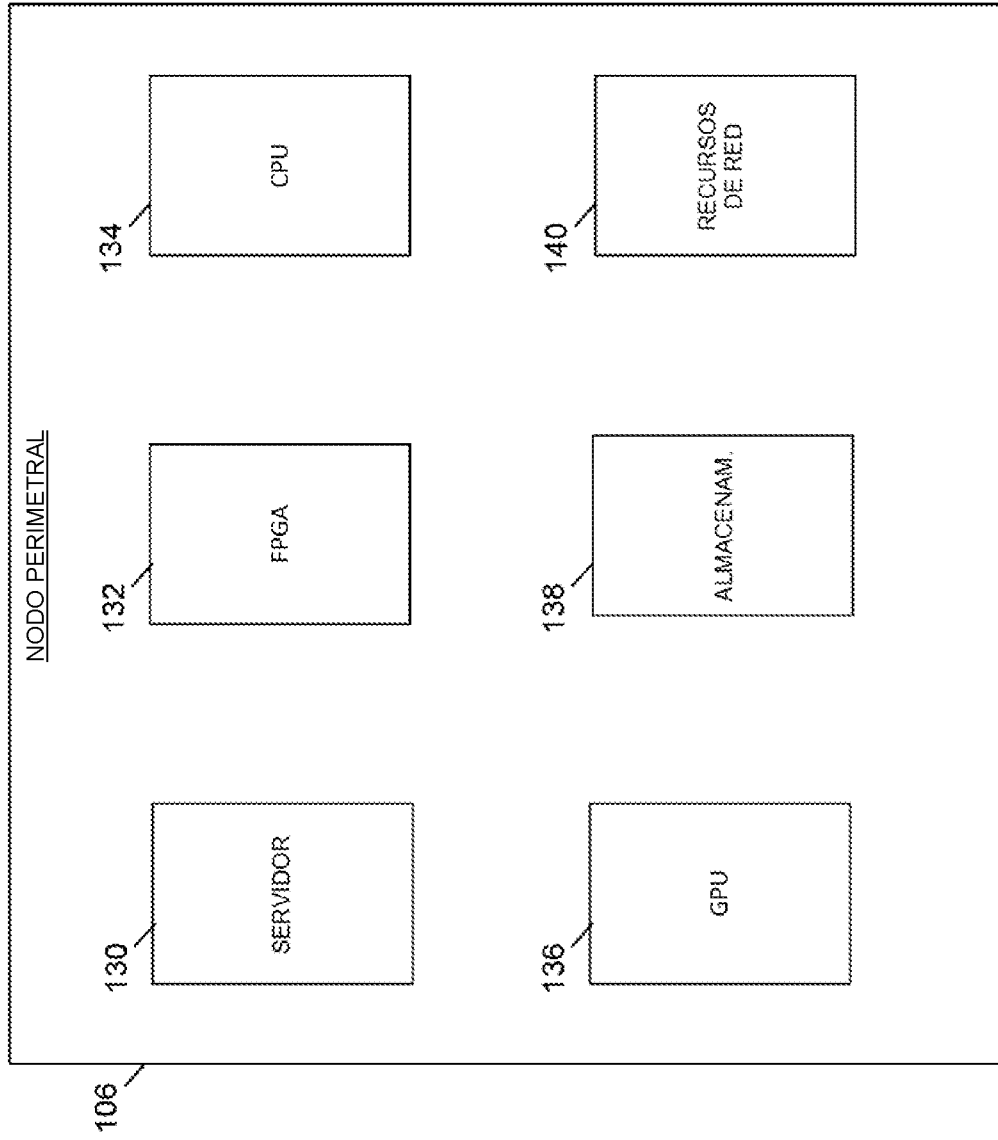


FIG. 1C

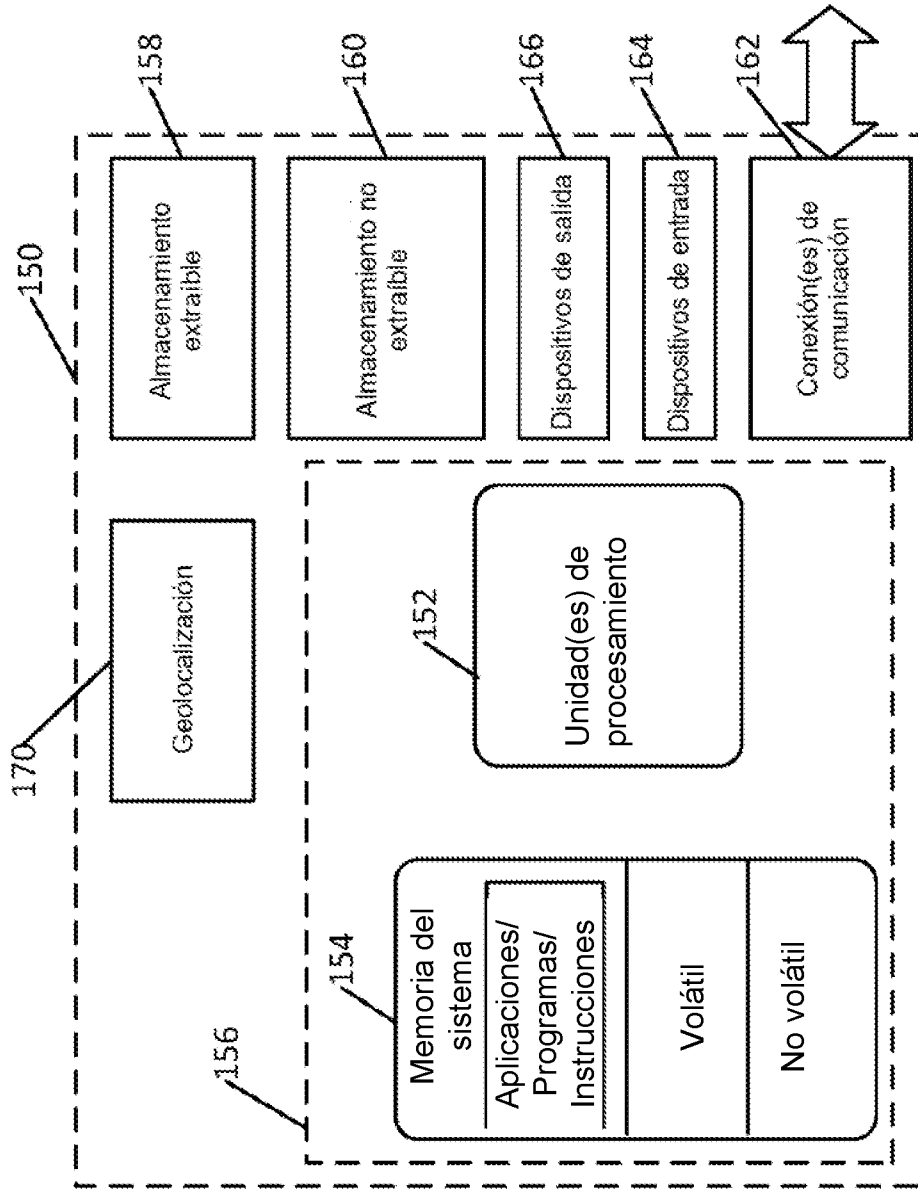


FIG. 1D

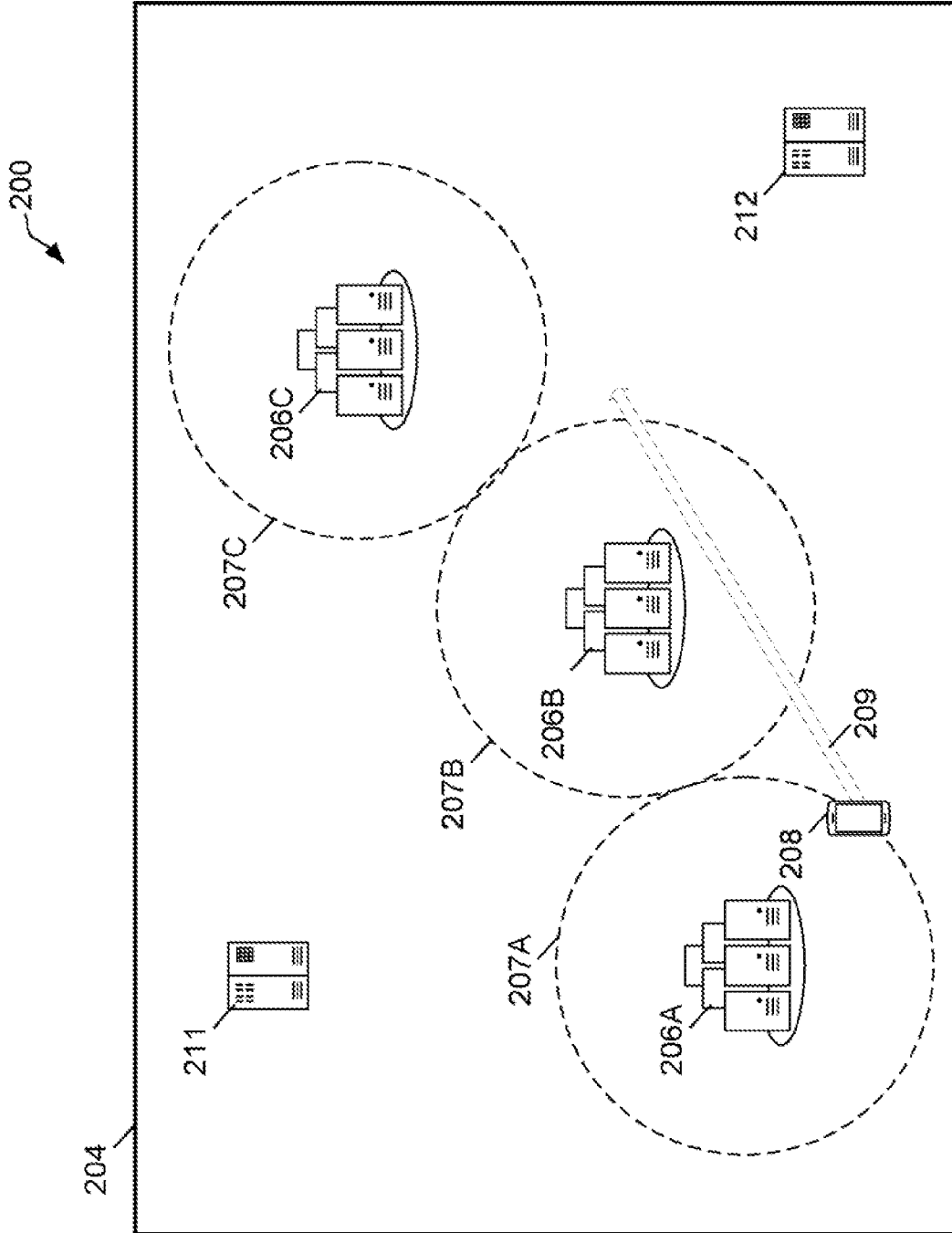


FIG. 2

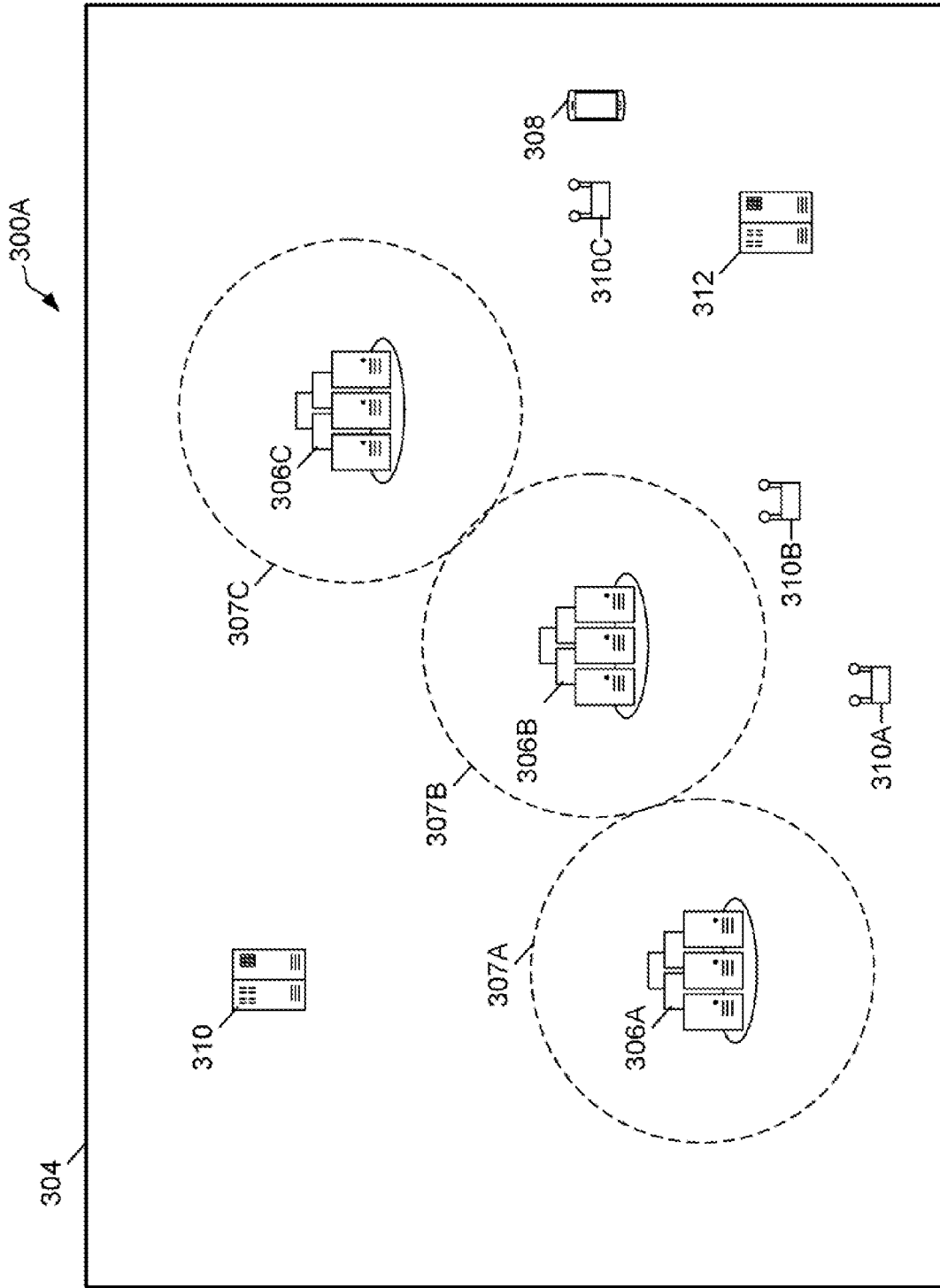


FIG. 3A

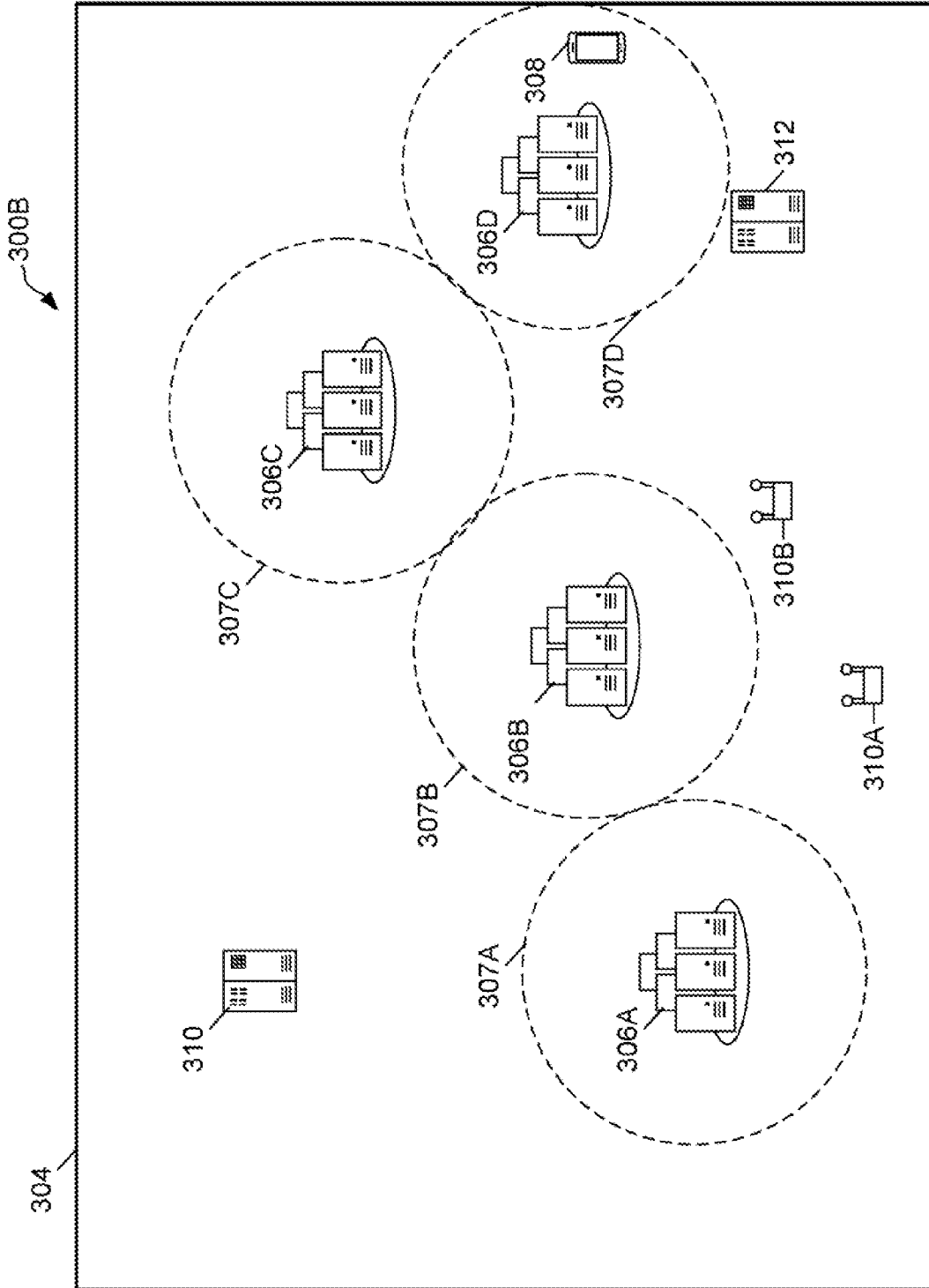


FIG. 3B

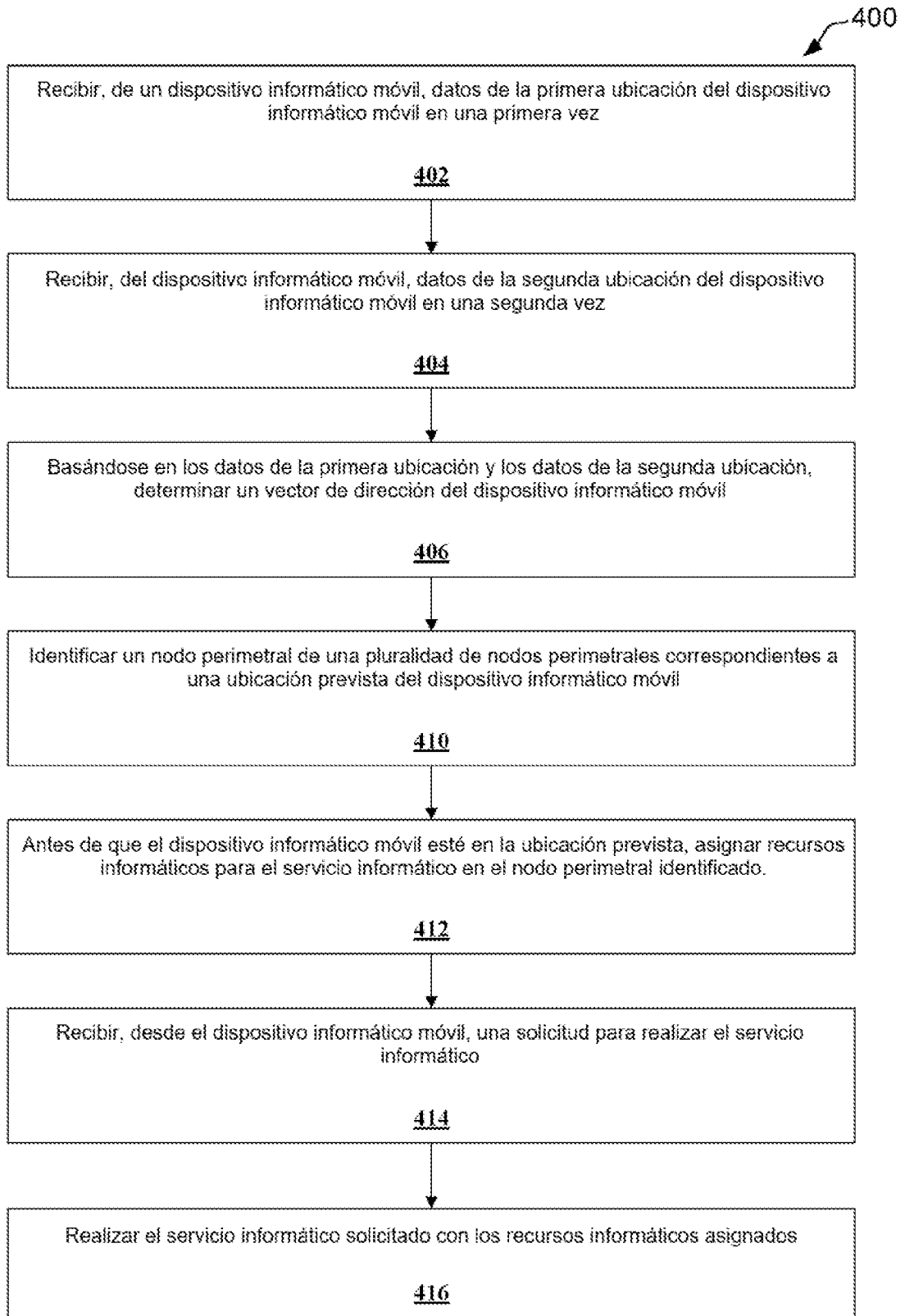


FIG. 4

9/15

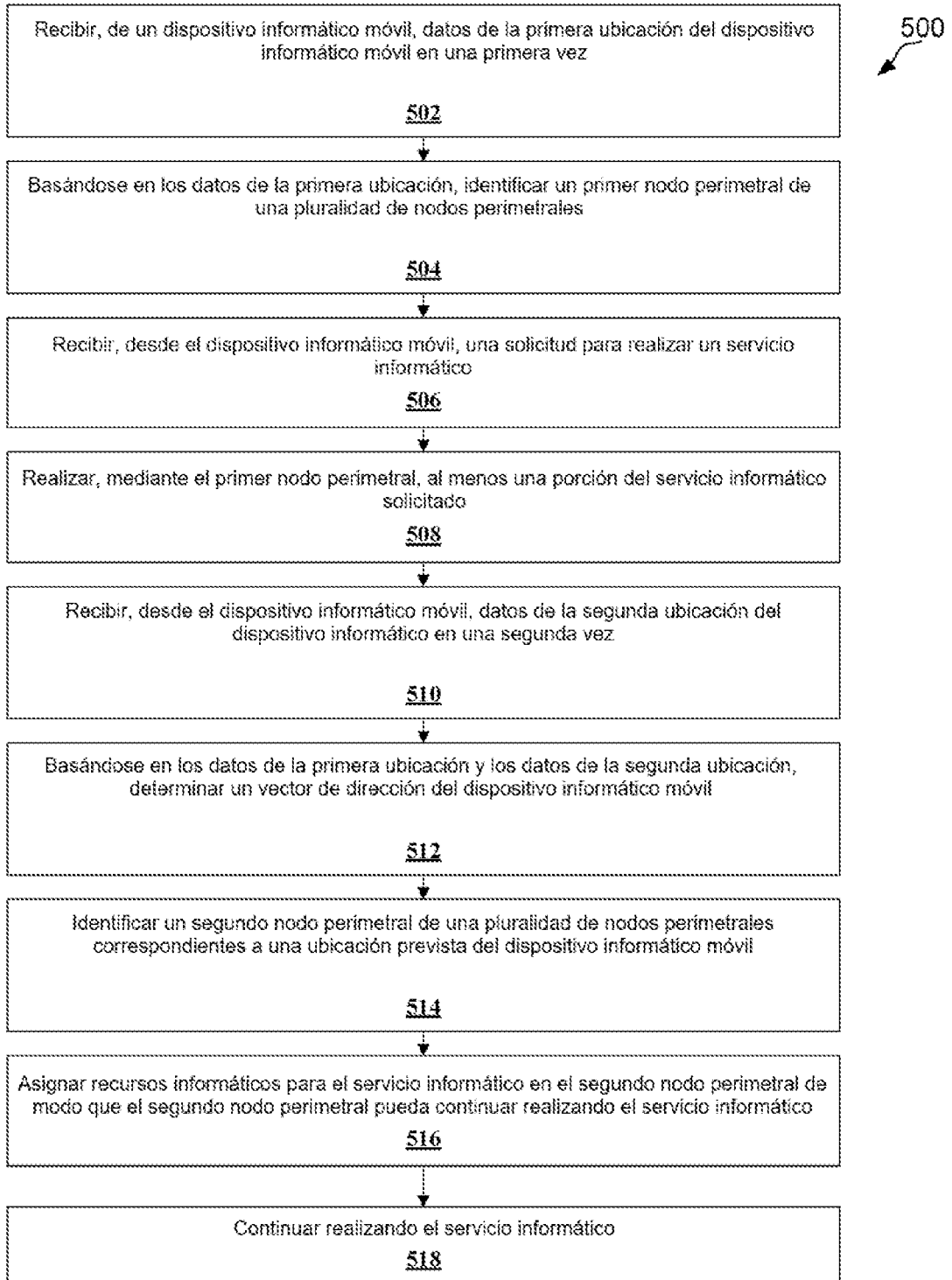


FIG. 5

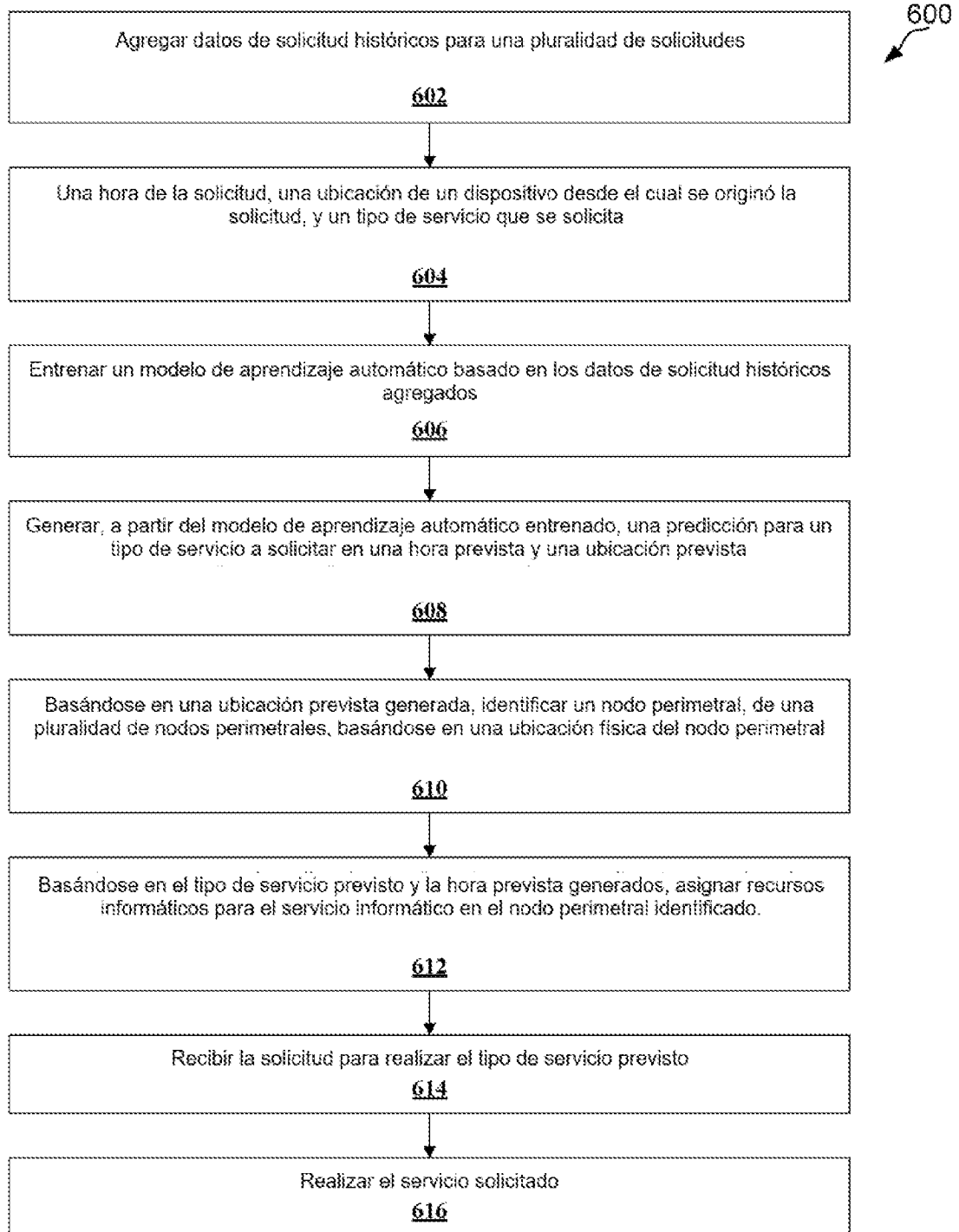


FIG. 6

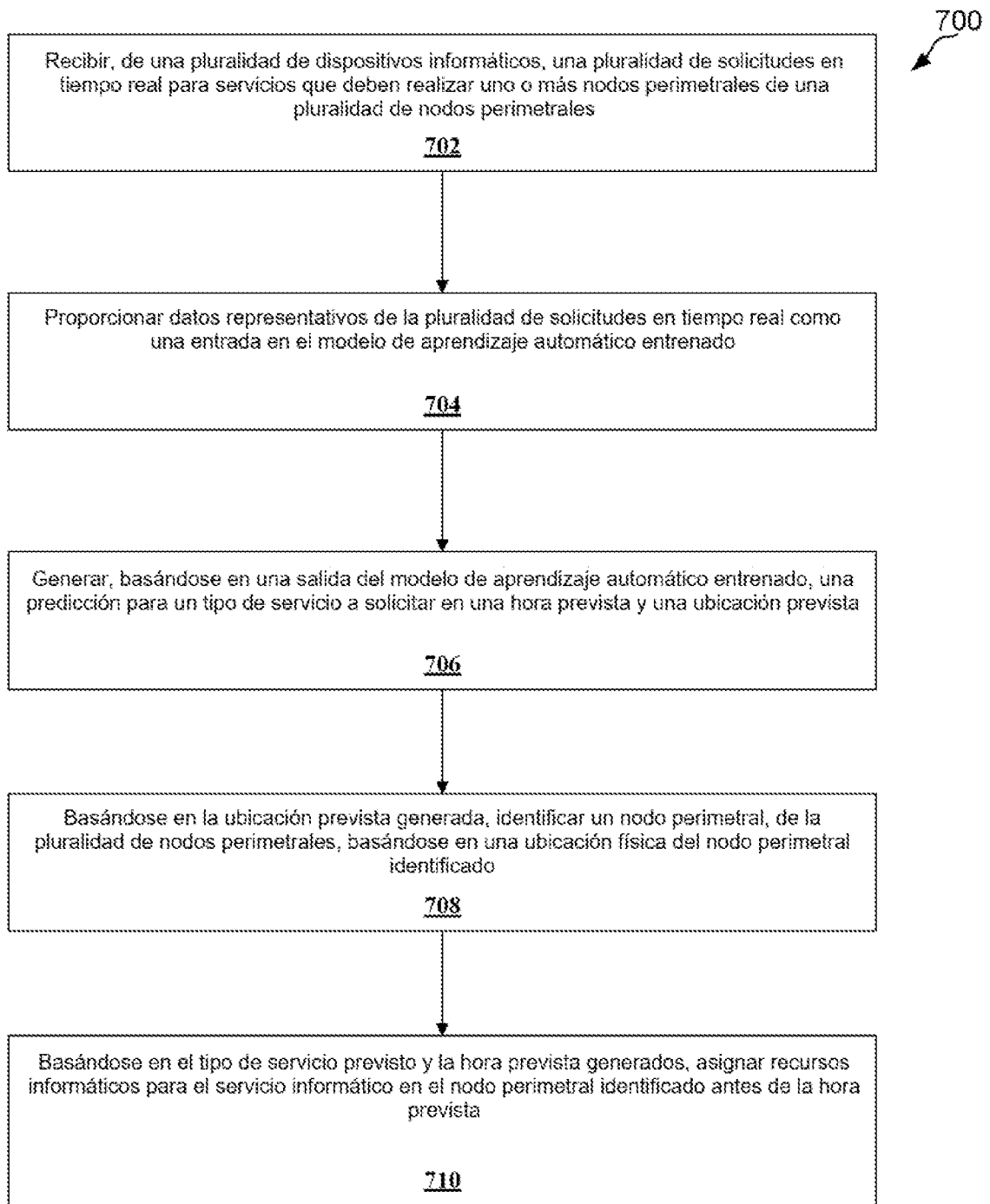


FIG. 7

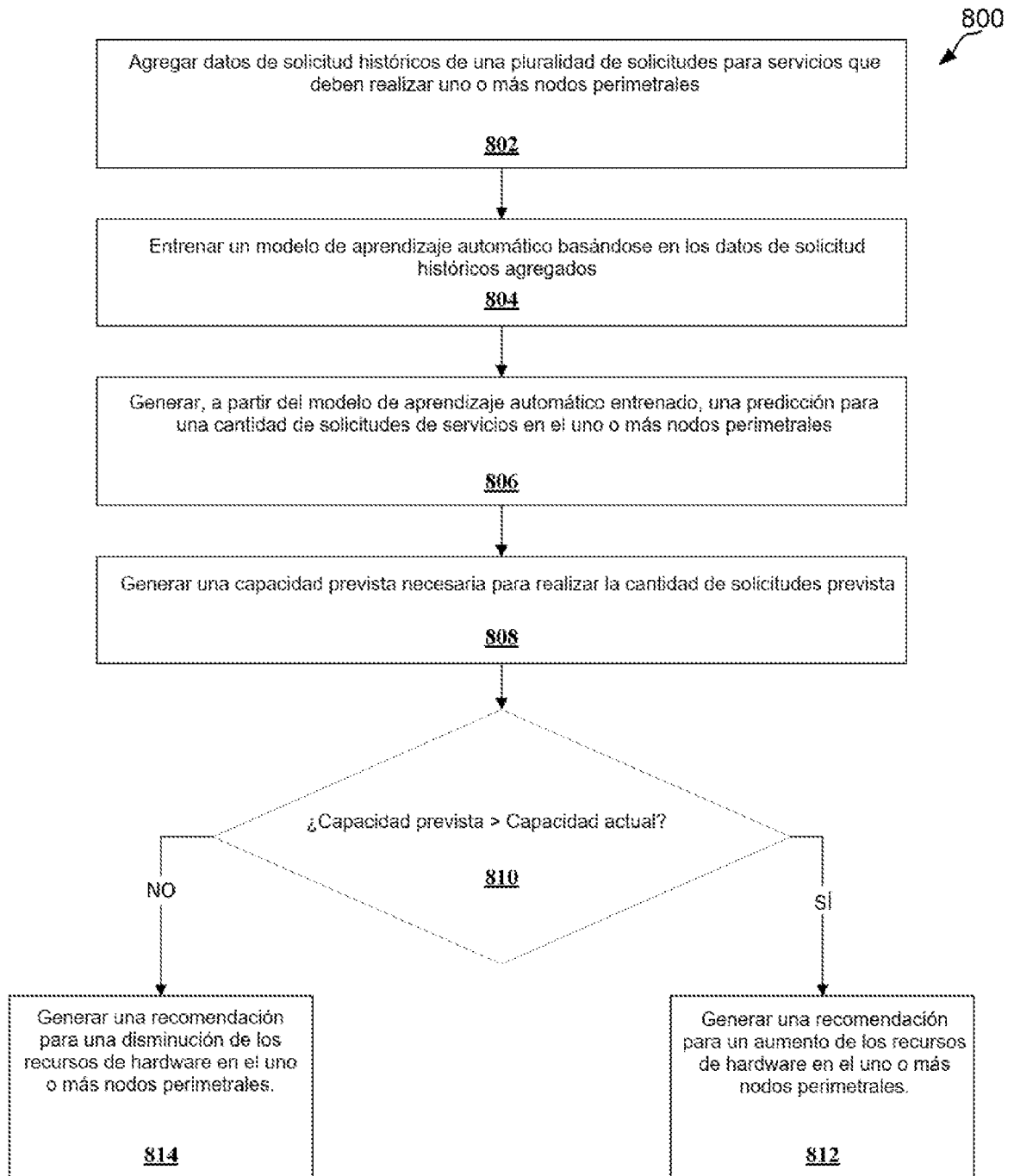


FIG. 8

900

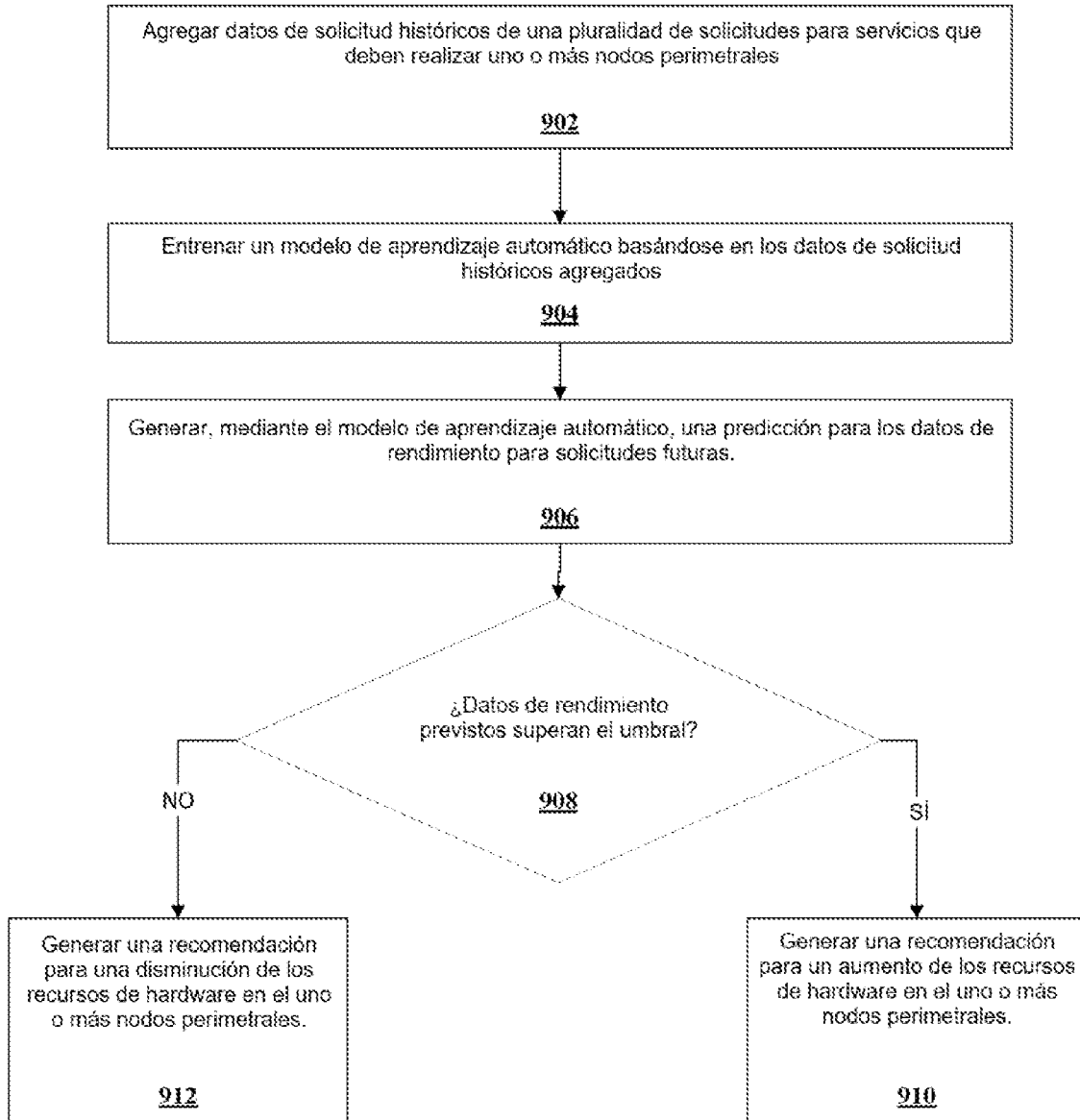


FIG. 9

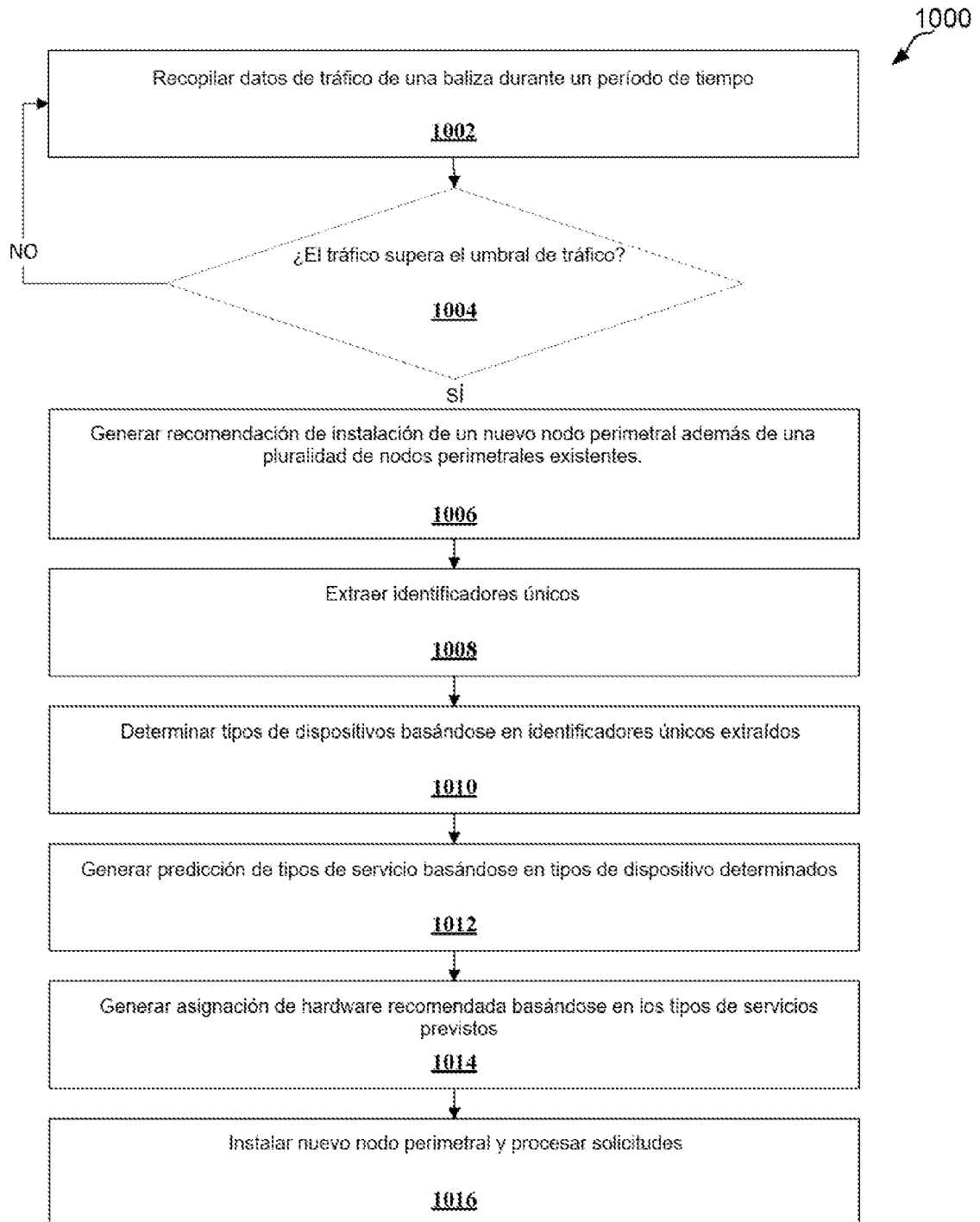


FIG. 10

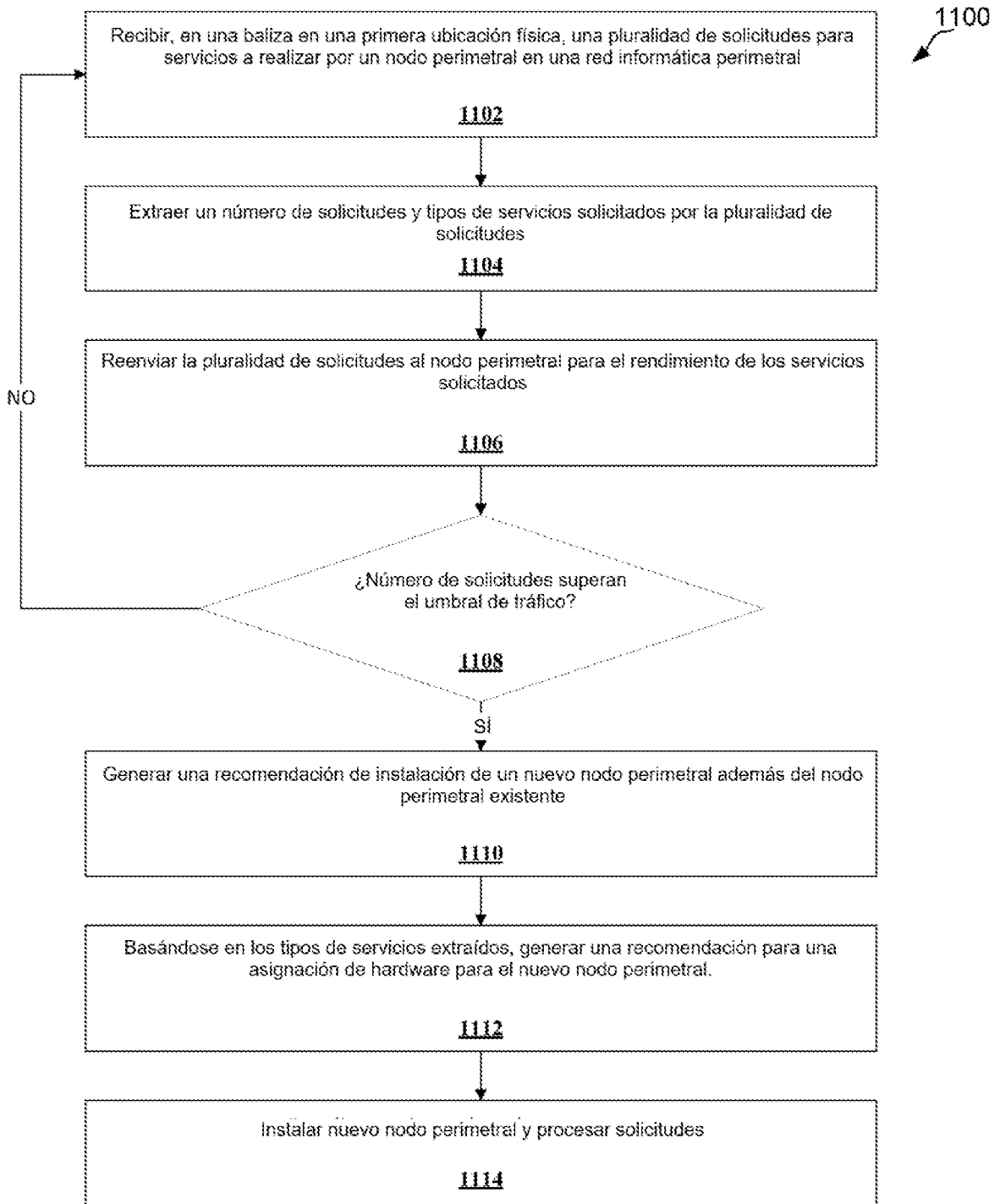


FIG. 11