

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 782 023**

51 Int. Cl.:

H04L 29/08 (2006.01)

H04W 84/00 (2009.01)

H04W 64/00 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.04.2015 E 15165535 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2020 EP 3076728**

54 Título: **Disponibilidad de red inalámbrica para una red en movimiento, basada en determinación de localización**

30 Prioridad:

31.03.2015 GB 201505500

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

09.09.2020

73 Titular/es:

**NOMAD DIGITAL LIMITED (100.0%)
The Place, 8th Floor, High Holborn
London WC1V 7AA, GB**

72 Inventor/es:

**TIMMS, MARTIN y
CARROLL, CALEB**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 782 023 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

Disponibilidad de red inalámbrica para una red en movimiento, basada en determinación de localización

5 La presente invención se refiere a un sistema de comunicaciones y método de su funcionamiento. La presente invención puede tener particular, pero no exclusiva, aplicación para controlar las comunicaciones entre un vehículo y una red fija.

10 Con la mayor portabilidad de los ordenadores y la creciente sofisticación de los dispositivos móviles, como los teléfonos móviles y los ordenadores "tabletas", hay una creciente demanda de conectividad mientras se está en movimiento permitiendo, por ejemplo, conexión con otros dispositivos e Internet. Si bien la velocidad de las telecomunicaciones móviles es ahora tal que muchas aplicaciones de red, como el acceso web y la transmisión de video son viables a través de redes móviles, otros factores pueden limitar la utilidad de las redes móviles. Por ejemplo, las redes móviles pueden sufrir una cobertura geográfica incompleta. El problema de la cobertura geográfica incompleta puede ser particularmente problemático cuando un usuario se está moviendo, dado que la comunicación de datos puede interrumpirse cuando se pierde una señal (por ejemplo, cuando un tren entra en un túnel).

20 Las limitaciones de los sistemas basados en la conexión de dispositivos móviles a redes de telefonía móvil han llevado a la propuesta de que los vehículos de transporte público, como trenes o autobuses, se puede proporcionar beneficiosamente con puntos de acceso inalámbrico, de modo que los dispositivos informáticos móviles utilizados por los pasajeros que viajan en el vehículo puedan recibir conectividad de datos. Hay más potencia disponible en el vehículo que en un dispositivo informático móvil, lo que significa que los sistemas instalados en vehículos generalmente pueden soportar sistemas más grandes, antenas de mayor ganancia que las que generalmente se instalan en dispositivos portátiles de usuario como teléfonos móviles. Además, se puede usar una mayor potencia informática en el procesamiento de señales en un dispositivo asociado a un vehículo dado que hay espacio para dispositivos de procesamiento más grandes, más potentes.

30 Se sabe que los vehículos se conectan a estaciones base a lo largo de una ruta conocida, por ejemplo junto a una vía de tren. Las estaciones base pueden ubicarse específicamente para vehículos que viajan a lo largo de esa ruta, o pueden ser estaciones base de operadores de redes móviles. También se sabe que el vehículo se conecta, a través de las estaciones base conectadas, a un servidor doméstico. El servidor doméstico puede estar conectado a Internet a través de medios estándar, por ejemplo por cable o por una línea de abonado digital (DSL). Se coloca una unidad de control de comunicación en el vehículo. A medida que el vehículo viaja a lo largo de la ruta, la unidad de control de comunicación se conecta de forma inalámbrica a una estación base particular. De este modo, la unidad de control de comunicación puede conectarse a Internet a través del servidor doméstico, enrutado a través de las estaciones base y cualquier dispositivo intermedio en la red. La unidad de control de comunicación está adaptada para distribuir la conexión a Internet a dispositivos dentro del vehículo, permitiendo a los usuarios conectarse a Internet mientras están a bordo del vehículo.

40 Una solución propuesta para superar la cobertura geográfica incompleta para la provisión de conectividad de datos vehiculares es que los vehículos transporten o tengan acceso a, una gran cantidad de módulos de identidad de suscriptor (SIM) u otros medios para acceder y autenticarse en diferentes redes móviles. De este modo, se pueden usar diferentes SIM en diferentes áreas, mejorando así la provisión de conectividad. Además, la conectividad de redes móviles particulares, según lo provisto por uno o más operadores de red, puede variar geográficamente. Por ejemplo, un operador de red particular puede proporcionar una red 4G solo en localizaciones geográficas seleccionadas, mientras que una red 3G puede ser provista por el mismo operador de red en un área geográfica mayor. En este sentido, cuando se viaja entre diferentes áreas geográficas, una unidad de control de comunicación puede tener la capacidad de cambiar entre diferentes protocolos de red, para mantener la mejor conexión de datos disponible. Por ejemplo, cuando está en un área de solo 3G, un dispositivo puede usar una red 3G, sin embargo, cuando se encuentra en un área que cuenta con redes 3G y 4G, un dispositivo usará preferiblemente una red 4G.

50 Sin embargo, si bien es común que los dispositivos busquen una red 3G cuando se pierde una conexión de red 4G establecida, dicho dispositivo puede permanecer conectado a una red 3G a pesar de que una red 4G vuelva a estar disponible. Esto es desventajoso porque la red 4G, que proporciona mayor ancho de banda, no se utiliza. En dispositivos conocidos que son capaces de operar tanto en redes 3G como 4G, un dispositivo conectado a una red 3G puede apagarse periódicamente o desconectarse temporalmente, para forzar una búsqueda de disponibilidad de red completa a realizarse. Sin embargo, dicho procedimiento puede resultar en períodos significativos de pérdida de conectividad y, como resultado, no puede garantizar una mejor conexión de datos.

60 La patente de los Estados Unidos 6249252 B1 describe un sistema de localización para infraestructuras comerciales de telecomunicaciones inalámbricas. El sistema es una solución de extremo a extremo que tiene uno o más centros de localización para generar localizaciones solicitadas de teléfonos o estaciones móviles (MS) disponibles comercialmente en función de, por ejemplo, estándares de comunicación CDMA, AMPS, NAMPS o TDMA, para procesar tanto solicitudes de localización de MS locales como más solicitudes de localización de MS globales a través de, por ejemplo, comunicación por Internet entre una red distribuida de centros de localización.

Es un objetivo de una realización de la presente invención obviar o mitigar uno o más de los problemas expuestos anteriormente.

5 Según un primer aspecto de la invención, se proporciona un método para almacenar datos que indican una propiedad de una red de comunicaciones. El método comprende obtener un elemento de datos almacenados asociado a al menos parte de una región espacial y que tiene un parámetro espacial asociado y un parámetro temporal asociado. El elemento de datos almacenados indica una propiedad de la red de comunicaciones. El método
10 comprende además recibir segundos datos que indican una propiedad de dicha red de comunicaciones en una localización particular en dicha región espacial en un momento particular y procesar dicho parámetro espacial, dicho parámetro temporal, datos que indican dicha localización particular y datos que indican dicho tiempo particular. El procedimiento comprende además, basado en dicho procesamiento, generar el primer y segundo elementos de subdatos, cada uno de dichos primero y segundo elementos de subdatos tiene un parámetro espacial asociado y un parámetro temporal asociado, al menos uno de los primeros y segundos elementos de subdatos que tiene un parámetro espacial o temporal diferente del asociado a el elemento de datos almacenado. Dicha generación de dichos primer y segundo elementos de subdatos comprende determinar una relación espacial entre dicho parámetro espacial y los datos que indican dicha localización particular, determinar una relación temporal entre dicho parámetro temporal y los datos que indican dicho tiempo particular, y generar dichos primero y segundo elementos de subdatos si al menos una de dicha relación espacial determinada y relación temporal determinada satisfacen un criterio espacial o temporal predeterminado respectivo.
20

Al procesar los parámetros espaciales y temporales asociados a un elemento de datos almacenados, y los datos que indican una localización y hora particulares asociadas con los segundos datos recibidos, es posible determinar si el elemento de datos almacenado proporciona o no una indicación suficientemente precisa de una propiedad de una red de comunicaciones en la localización y hora particulares. Cuando se relaciona un elemento de datos almacenado, por ejemplo, a una localización sustancialmente diferente y/o un tiempo sustancialmente diferente al asociado a los segundos datos recibidos (es decir, la localización y/o hora particular), es posible 'dividir' el elemento de datos almacenado para generar una pluralidad de elementos de subdatos, cada uno de los cuales es más exactamente representativo de una localización y/o hora particular. De este modo, la resolución espacial y/o temporal de los datos almacenados se puede aumentar en función de la recepción de más datos, pero solo cuando sea necesario, y/o donde haya más datos disponibles, proporcionando así un método eficiente para mantener datos representativos de una región espacial en una pluralidad de veces sin requerir una densidad de datos uniforme. Donde solo hay pocos datos disponibles (ya sea temporal o espacialmente), esto se puede generalizar de manera efectiva para representar regiones o tiempos espaciales adyacentes hasta que se disponga de datos más apropiados.
25
30
35

Dicho generador de dichos primer y segundo elementos de subdatos puede comprender además, si dicha relación espacial determinada no satisface dicho criterio espacial predeterminado, y dicha relación temporal determinada no satisface dicho criterio temporal predeterminado, actualizar dicho elemento de datos almacenados asociado a dicha parte de dicha región espacial basándose en dicho elemento de datos almacenados y dichos segundos datos.
40

Cuando se relaciona un elemento de datos almacenado, por ejemplo, a una localización sustancialmente similar y/o un tiempo sustancialmente similar al asociado a los segundos datos recibidos (es decir, la localización y/o hora particular), es posible actualizar el elemento de datos almacenados para que sea más exactamente representativo de una propiedad de la red de comunicaciones en la localización y/o hora particular. Por ejemplo, generando un promedio de los datos almacenados y los segundos datos recibidos, el elemento de datos almacenados actualizado puede representar con precisión la propiedad de la red de comunicaciones. Alternativamente, donde los datos recibidos son inconsistentes con los datos almacenados, uno o ambos de los datos recibidos y almacenados pueden ser ignorados. De este modo, la calidad de los datos almacenados se puede mejorar en función de la recepción de más datos.
45
50

Dicha generación de dichos primer y segundo elementos de subdatos puede comprender: si dicha relación espacial determinada satisface dicho criterio espacial predeterminado, y dicha relación temporal determinada no satisface dicho criterio temporal predeterminado, generar dichos primer y segundo elementos de subdatos, dicho primer elemento de subdatos se asocia a dicho parámetro espacial y dicho parámetro temporal, y dicho segundo elemento de subdatos se asocia a dichos datos que indican dicha localización particular y dicho parámetro temporal.
55

Dicha generación de dichos primero y segundo elementos de subdatos puede comprender: si dicha relación espacial determinada no satisface dicho criterio espacial predeterminado, y dicha relación temporal determinada satisface dicho criterio temporal predeterminado, generar dichos primer y segundo elementos de subdatos, dicho primer elemento de subdatos se asocia a dicho parámetro espacial y dicho parámetro temporal, y dicho segundo elemento de subdatos se asocia a dicho parámetro espacial y dichos datos indican dicho tiempo particular.
60

Dicha generación de dichos primero y segundo elementos de subdatos puede comprender: si dicha relación espacial determinada satisface dicho criterio espacial predeterminado, y dicha relación temporal determinada satisface dicho criterio temporal predeterminado, generar dichos primer y segundo elementos de subdatos, estando dicho primer
65

elemento de subdatos asociado a dicho parámetro espacial y dicho parámetro temporal, y estando dicho segundo elemento de subdatos asociado a dichos datos que indican dicha localización particular y dichos datos que indican dicho tiempo particular.

- 5 Los primero y segundo elementos de subdatos generados pueden representar cada uno una parte diferente de dicha región espacial y cada uno puede estar asociado a dicho parámetro temporal.

Los primero y segundo elementos de subdatos generados pueden representar cada parte de dicha región espacial y cada uno puede estar asociado a un parámetro temporal diferente.

- 10 Dichos elementos de generación de primer y segundo subdatos pueden comprender: procesar dicho elemento de datos almacenados que indica una propiedad de la red de comunicaciones, y dichos segundos datos que indican una propiedad de dicha red de comunicaciones; y generar dichos primer y segundo elementos de subdatos basados en dicho procesamiento.

- 15 Dicho procesamiento puede comprender: comparar dicho elemento de datos almacenados que indica una propiedad de la red de comunicaciones, y dichos segundos datos que indican una propiedad de dicha red de comunicaciones; y generar dichos primer y segundo elementos de subdatos si dicha comparación satisface un criterio predeterminado.

- 20 Dicho generar dichos primer y segundo elementos de subdatos puede comprender: generar cuatro elementos de subdatos, representando los cuatro elementos de subdatos juntos dicha región espacial y representando cada uno una subregión de dicha región espacial; en el que un primero de dichos cuatro elementos de subdatos es dicho primer elemento de subdatos y un segundo de dichos elementos de subdatos es dicho segundo elemento de subdatos; y en el que un tercer de dichos elementos de subdatos y un cuarto de dichos elementos de subdatos se basan cada uno en al menos uno de dichos datos primero y segundo.

- 25 Dichos cuatro elementos de subdatos pueden representar cada uno una subregión de aproximadamente el mismo tamaño.

- 30 Dicho criterio temporal predeterminado puede seleccionarse del grupo que consiste en: un criterio basado en una hora del día; un criterio basado en un día de la semana; un criterio basado en uno o más meses del año; y un criterio basado en un evento temporal recurrente.

- 35 Dicha propiedad de dicha red de comunicaciones puede seleccionarse del grupo que consiste en: una indicación de un protocolo de comunicaciones en una región espacial particular; una indicación de un protocolo de comunicaciones proporcionada por una red de comunicaciones particular en una región espacial particular; una indicación de una fuerza de señal; una indicación de la velocidad de la red; una indicación de la disponibilidad de una o más redes; una indicación de una relación señal/ruido; e indicación del rendimiento de datos.

- 40 Dichos primeros datos pueden recibirse desde un primer dispositivo y dichos segundos datos pueden recibirse desde un segundo dispositivo.

- 45 Dichos primer y segundo dispositivos pueden estar asociados a los primer y segundo vehículos respectivos.

El método puede comprender además: generar al menos una estructura de datos que comprende datos indicativos de cada uno de una pluralidad de elementos de datos y elementos de subdatos asociados a una región espacial, y transmitir al menos parte de dicha estructura de datos generada a un dispositivo de comunicaciones.

- 50 Más en general, se apreciará que los aspectos de la presente invención se pueden implementar de cualquier manera conveniente, incluso por medio de hardware y/o software adecuados. Por ejemplo, se puede crear un dispositivo dispuesto para implementar la invención utilizando componentes de hardware apropiados. Alternativamente, se puede disponer un sistema de comunicaciones para realizar un método de acuerdo con cualquiera de los aspectos primero a cuarto de la invención. En otra alternativa, se puede programar un dispositivo programable para implementar realizaciones de la invención. Por lo tanto, la invención también proporciona programas informáticos adecuados para implementar aspectos de la invención. Dichos programas de ordenador se pueden transportar en medios de soporte adecuados, incluidos medios de soporte tangibles (por ejemplo, discos duros, CD ROM, etc.) y medios de soporte intangibles como señales de comunicaciones.

- 60 Se apreciará que las características presentadas en el contexto de un aspecto de la invención en la descripción anterior y siguiente se pueden aplicar igualmente a otros aspectos de la invención. Por ejemplo, Las características descritas con referencia al primer aspecto de la invención pueden usarse con cualquiera de los aspectos segundo a cuarto de la invención, según sea apropiado. De manera similar, las características descritas con referencia al segundo aspecto de la invención pueden usarse con cualquiera de los primero, tercero y cuarto aspectos de la invención según sea apropiado.

- 65

Se describirán ahora realizaciones de la presente invención, solo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

5 La figura 1 es una representación esquemática de una red de dispositivos de acuerdo con un aspecto descrito aquí;

La figura 2 es una representación esquemática de una estructura de datos mantenida por un dispositivo en la red de la figura 1;

10 Las figuras 3A-D son una representación esquemática de una serie de estructuras de datos generadas por el procesamiento realizado por parte del sistema que se muestra en la figura 1;

15 La figura 4 es un diagrama de flujo que muestra un ejemplo de procesamiento que puede llevarse a cabo por uno o más dispositivos que implementan un aspecto descrito en este documento para generar una estructura de datos mostrada en las figuras 2 y 3A-D;

20 Las figuras 5A y 5B son representaciones esquemáticas de dos estructuras de datos generadas por el procesamiento realizado por parte del sistema en la figura 1, cada una representando un período de tiempo diferente;

La figura 6 es una representación esquemática de una estructura de datos generada por el procesamiento realizado en la figura 4;

25 La figura 7 es un diagrama de flujo que muestra un ejemplo de procesamiento que puede llevarse a cabo por uno o más dispositivos que implementan un aspecto descrito en este documento basado en una estructura de datos mostrada en las figuras 2, 3A-D y 5; y

30 La figura 8 es una ilustración esquemática de un ordenador de acuerdo con parte del sistema que se muestra en la figura 1.

35 La figura 1 muestra un tren 1 que está provisto de una unidad de control de comunicaciones (CCU) 2. La CCU 2 está dispuesta para conectarse a las estaciones base 3_A, 3_B. Las estaciones base 3_A están conectadas a una primera red 4_A, y están dispuestas para comunicarse a través de un primer protocolo de comunicaciones inalámbricas. Las estaciones base 3_B están conectadas a una segunda red 4_B, y están dispuestas para comunicarse a través de un segundo protocolo de comunicaciones inalámbricas. El primer y segundo protocolo de comunicaciones inalámbricas pueden, por ejemplo, ser 3G y 4G respectivamente. En general, el primer y segundo protocolo de comunicaciones inalámbricas pueden ser cualquier tecnología de acceso por radio, por ejemplo, tal como se describe con mayor detalle a continuación.

40 La CCU 2 se puede utilizar para proporcionar comunicación de datos a dispositivos a bordo del tren 1. Tanto la CCU 2 como las estaciones base 3_A, 3_B están provistos de interfaces de comunicaciones inalámbricas para permitir que se establezca una conexión inalámbrica entre la CCU 2 y las estaciones base 3_A, 3_B. Las redes 4_A, 4_B están conectados a una red adicional 5.

45 Un agente local 6 también está conectado a la red 5. Se apreciará que mientras que en la realización de ejemplo de la figura 1, solo se proporciona un único agente local 6, en otras realizaciones, se pueden proporcionar múltiples agentes domésticos. La CCU 2 puede conectarse a un agente local en algunas circunstancias (como la proximidad geográfica) y a otro agente local en otras circunstancias, o puede conectarse a múltiples agentes locales al mismo tiempo.

50 El agente local 6 está conectado a Internet 7. Ordenadores centrales 8a, 8b también están conectados a Internet 7. Un servidor 9 también está conectado a Internet 7. La CCU 2 está dispuesta para proporcionar conectividad de red inalámbrica a bordo del tren 1. De esta forma, los pasajeros que viajan en el tren 1 pueden usar dispositivos informáticos móviles (como ordenadores portátiles y tabletas, por ejemplo) para conectarse a la CCU 2 y así obtener acceso a Internet 7. La conexión entre los dispositivos informáticos móviles y la CCU 2 puede tomar cualquier forma adecuada, pero puede, por ejemplo, cumplir con el estándar IEEE 802.11 (Wi-Fi).

55 Se apreciará que mientras la figura 1 muestra cada una de las estaciones base 3_A, 3_B conectado a las redes 4_A, 4_B, en su lugar, pueden conectarse directamente a una sola red. Además, mientras se describe que las redes 4_A, 4_B admite protocolos de comunicaciones 3G y 4G respectivamente, pueden usar diferentes tecnologías de acceso por radio. Además, mientras que Internet 7 y la red 5 se muestran por separado en la figura 6, la red 5 puede estar conectada y puede incluir, al menos en parte, la Internet 7.

60 La disposición geográfica de las estaciones base 3_A, 3_B, y el rango de señales de comunicaciones proporcionadas por esas estaciones base 3_A, 3_B da como resultado regiones en las que están disponibles cada uno de los protocolos de comunicaciones inalámbricas primero y segundo. Es decir, cada estación base 3_A, 3_B tiene un área finita dentro

de la cual puede recibir y transmitir datos. Por ejemplo, el primer protocolo de comunicaciones inalámbricas puede estar disponible en una primera región R_A , y el segundo protocolo de comunicaciones inalámbricas puede estar disponible en una segunda región R_B .

5 A medida que el tren 1 se mueve en la dirección que muestra la flecha X, pasará por las regiones R_A y R_B . Se apreciará que las regiones R_A y R_B no son mutuamente excluyentes. Sin embargo, ninguna de las regiones R_A y R_B se extienden infinitamente. Es decir, en una primera localización X_1 que está dentro de la región R_A , pero no la región R_B , el tren puede establecer una conexión inalámbrica con la red 4_A , a través de las estaciones base 3_A , utilizando el primer protocolo de comunicaciones inalámbricas, pero no el segundo protocolo de comunicaciones inalámbricas. Sin embargo, en una segunda localización X_2 que está dentro de las dos regiones R_A , R_B , el tren puede establecer una conexión inalámbrica con la red 4_A , a través de las estaciones base 3_A , o la red 4_B , a través de las estaciones base 3_B , utilizando el primer protocolo de comunicaciones inalámbricas o el segundo protocolo de comunicaciones inalámbricas respectivamente.

15 Además, a medida que el tren 1 se mueve en la dirección que muestra la flecha X, la CCU 2 se conecta a diferentes estaciones base 3_A o 3_B , mantener una conexión a la red respectiva 4_A o, 4_B . Por lo tanto, se prefiere que las áreas finitas dentro de las cuales las estaciones base 3_A , 3_B puede recibir y transmitir datos superpuestos, tal que haya un tiempo durante el viaje del tren 1 durante el cual el tren 1 pueda comunicarse con más de una de las estaciones base 3_A , 3_B que están conectados a una de las redes particulares 4_A , 4_B . En la figura 1, el tren 1, y por lo tanto la CCU 2 se ilustra dentro del rango de señal de ambas estaciones base 3_{A1} y 3_{A2} y está conectada a ambas estaciones base 3_{A1} , 3_{A2} .

25 Como se ha descrito anteriormente, una o más de las estaciones base 3_A , 3_B puede conectarse a redes móviles utilizando tecnologías basadas en GSM (Sistema Global para Comunicaciones Móviles) tales como redes UTMS y HSDPA. Como se conoce en la técnica, las redes basadas en GSM requieren que los usuarios se autenticquen en la red utilizando un módulo de identidad del suscriptor (SIM). Por lo tanto, la CCU 2 comprende componentes adecuados para permitir la conexión, y autenticación en, redes GSM. La CCU 2 puede comprender componentes adecuados para permitir la conexión, y autenticación en, múltiples redes GSM diferentes, y/o para autenticarse de manera diferente en una sola red GSM. Por ejemplo, la CCU 2 puede utilizar una pluralidad de SIM.

30 Durante su uso, el tren 1, cuando viaja en la dirección que muestra la flecha X, experimentará momentos en los que solo esté disponible la conectividad 3G (a través de las estaciones base 3_A y la red 4_A), y otros momentos en los que esté disponible la conectividad 3G y 4G (a través de las estaciones base 3_A , 3_B y redes 4_A , 4_B). Al ingresar a la región R_B , ya se puede establecer una conexión 3G entre la CCU 2 y la red 4_A (a través de una de las estaciones base 3_A). Sin embargo, la CCU 2 no intentará establecer una nueva conexión de forma rutinaria, por ejemplo, con la red 4_B cuando ya se ha establecido una conexión existente. En este sentido, es posible que los pasajeros del tren 1 no reciban la mejor conexión posible (es decir, una conexión 4G). En este sentido, en técnicas conocidas, un módem dentro de la CCU puede apagarse para obligar al módem a intentar establecer una conexión con la red 4_B . Además, si, por cualquier razón, se pierde una conexión establecida con la red 4_A , se puede establecer una nueva conexión de preferencia con la red 4_B .

45 Por otra parte, al abandonar la región R_B cuando existe una conexión 4G entre la CCU 2 y la red 4_B (a través de una de las estaciones base 3_B), se perderá la conexión 4G. La CCU 2 se verá forzada a intentar establecer una nueva conexión con la única red disponible 4_A .

Por lo tanto, se apreciará que en técnicas conocidas, la CCU 2 puede degradar automáticamente una conexión cuando se la obliga a, pero no puede actualizar una conexión cuando es posible hacerlo.

50 Se apreciará además que la CCU 2 puede comprender una pluralidad de módems inalámbricos, cada uno de los cuales puede configurarse para conectarse a una pluralidad de redes inalámbricas diferentes. Por ejemplo, los módems pueden ser conmutables entre las redes 4_A , 4_B . Alternativamente, se puede configurar un primer módem para que se bloquee en una de las redes en particular (por ejemplo, la red 4_G 4_B), mientras que un segundo módem puede configurarse para ser conmutable entre las redes 4_A , 4_B . Tal disposición (con un módem bloqueado) garantizaría que el módem bloqueado siempre intentara conectarse a una red 4G, y nunca mantendría una conexión a una red 3G cuando una red 4G estuviera disponible. Sin embargo, tal disposición causaría una pérdida potencial en la conectividad de la red cuando una red 4G no estaba disponible, ya que el módem bloqueado no puede conectarse a una red 3G y transportar datos a través de la mejor red disponible. En este sentido, el sistema descrito anteriormente potencialmente desperdiciaría los recursos de la red.

60 En una realización, el conocimiento de las conexiones de red previamente establecidas en una localización particular se utiliza para mejorar el uso de los recursos de red en el tren 1. En particular, la CCU 2 informa periódicamente sobre el estado de su conexión al servidor 9, permitiendo que el servidor 9 proporcione información a la CCU 2, lo que le permite a la CCU 2 tomar decisiones informadas sobre la disponibilidad probable de conexiones de red mejoradas. Asimismo, el conocimiento de conexiones de red previamente establecidas en una localización particular por un gran número de trenes puede usarse para mejorar el uso de los recursos de red en el tren 1, tal como se describe con mayor detalle a continuación. De manera similar, el conocimiento de conexiones de red previamente

establecidas en una localización particular por el tren 1 puede usarse para mejorar el uso de los recursos de red en otros trenes cuando.

La figura 2 muestra un ejemplo de una estructura de datos 10 que contiene elementos de datos D1-D11 relacionados con la disponibilidad de redes en una pluralidad de localizaciones que pueden ser atravesadas por el tren 1. Los elementos de datos D1-D11 se utilizan para proporcionar una estimación local del estado de una red en la región relevante. La estructura de datos 10 está dispuesta como una matriz bidimensional que comprende una pluralidad de celdas 11. La estructura de datos 10 puede tomar la forma de un "árbol k-d". Cuando se utiliza una estructura de datos bidimensionales para representar un espacio bidimensional, la estructura de datos puede tomar la forma de un "árbol cuádruple" (es decir, un árbol k-d que tiene dos dimensiones).

Cada una de las celdas 11 está configurada para almacenar datos relacionados con una región espacial particular. Es decir, la estructura de datos del árbol k-d es representativa de una región del espacio a través de la cual se espera que viajen los trenes, cada una de las celdas del árbol k-d es representativa de una subregión dentro de esa región del espacio. Cada una de las celdas 11 puede subdividirse adicionalmente en subceldas 12 donde están disponibles datos adicionales resueltos espacialmente D1-D11. Es decir, donde solo hay un elemento de datos disponible que tiene una localización dentro de una región espacial particular, ese elemento de datos se usa para representar toda la celda 11 (y, por lo tanto, toda la región espacial). Sin embargo, donde hay puntos de datos adicionales disponibles dentro de la región espacial que corresponde a la celda 11, la celda 11 puede subdividirse para permitir que se usen los datos más apropiados para representar la región espacial asociada con esa subcelda. Por ejemplo, los elementos de datos D1 y D2 corresponden a localizaciones dentro de una sola celda 11 que corresponde al cuadrante superior izquierdo de la estructura de datos 10. Por lo tanto, la celda 11 está subdividida en cuatro subceldas 12. El elemento de datos D1 se usa para representar una región espacial asociada con una primera subcelda 12 (el cuadrante superior izquierdo del cuadrante superior izquierdo de la estructura de datos 10), mientras que el elemento de datos D2 se usa para representar una región espacial asociada con una segunda subcelda 12 (el cuadrante superior derecho del cuadrante superior izquierdo de la estructura de datos 10). Las subceldas 12 pueden subdividirse en sub-subceldas 13, y así sucesivamente. Las subceldas también pueden denominarse celdas y contienen datos equivalentes a los de una celda, aunque con una región espacial asociada más pequeña. La estructura de datos que se muestra en la figura 2 se muestra con cinco de esos niveles de división celular (celdas 11, 12, 13, 14 y 15). En un árbol k-d, cada celda puede dividirse recursivamente en cuatro subceldas.

Por lo tanto, cuando hay pocos datos disponibles relacionados con la disponibilidad (o de otro modo) de la conectividad de red, cada celda puede representar una gran región espacial. Sin embargo, donde los datos están disponibles con una mayor resolución espacial, una estructura de datos más densa contiene celdas cada una de las cuales representa una región espacial más pequeña. Donde no hay datos disponibles para una región espacial particular, una celda que representa esa región puede, por ejemplo, se le proporcionará un valor "CERO" o "0" hasta que los datos apropiados estén disponibles. Por lo tanto, los elementos de datos se generalizan en la medida en que pueden ser, sin entrar en conflicto con otros elementos de datos, a fin de permitir la máxima cobertura espacial con los datos disponibles.

La CCU 2 en el tren 1 que viaja a lo largo de una ruta P puede generar actualizaciones periódicas del estado de una conexión a una o más redes. De este modo, la estructura de datos 10 está poblada. Este proceso se describe además con referencia a la figura 3A. La CCU 2 proporciona un primer elemento de datos D20. El elemento de datos D20 puede, por ejemplo, contener información relacionada con la localización actual del tren 1, el estado de cualquier conexión de red establecida, la fuerza de cualquier señal de red disponible, la hora actual, la fecha, y así sucesivamente. La generación y el contenido del elemento de datos D20 se describe con más detalle a continuación. Habiendo recibido el elemento de datos D20, se inicializa una estructura de datos 20 que tiene una sola celda 21. El elemento de datos D20 se usa así para proporcionar información para todas las localizaciones correspondientes a la celda 21 (es decir, para toda la región espacial representada por la celda 21). A medida que el tren 1 se mueve a lo largo de su trayectoria P, la CCU 2 proporciona un segundo elemento de datos D21, como se muestra en la figura 3B. El segundo elemento de datos D21 contiene datos similares al primer elemento de datos D20, con valores actualizados según corresponda. El segundo elemento de datos se transmite, a través de Internet 7 al servidor 9 donde se actualiza la estructura de datos 20.

La localización del tren 1 cuando se genera el segundo elemento de datos D21 también está dentro de la región espacial representada por la celda 21. En este sentido, la celda 21 se divide en subceldas 22A-D. El primer elemento de datos D20 corresponde así a una localización dentro de la región espacial representada por la celda 22A, mientras que el segundo elemento de datos D21 corresponde a una localización dentro de la región espacial representada por la celda 22B.

Un tercer elemento de datos D22 es generado posteriormente por la CCU 2. Esta situación se muestra en la figura 3C. El tercer elemento de datos D22 contiene datos similares a los elementos de datos primero y segundo D20, D21, con valores actualizados según corresponda. La localización del tren 1 cuando se genera el tercer elemento de datos D22 está dentro de la región espacial representada por la celda 22D.

Un cuarto elemento de datos D23 es generado posteriormente por la CCU 2. Esta situación se muestra en la figura

3D. El cuarto elemento de datos D23 contiene datos similares a los elementos de datos primero a tercero D20 a D22, con valores actualizados según corresponda. La localización del tren 1 cuando se genera el cuarto elemento de datos D23 también está dentro de la región espacial representada por la celda 22D. En este sentido, la celda 22D se divide en las subceldas 23A-D. Sin embargo, la localización del tren 1 cuando los elementos de datos tercero y cuarto D22, D23 se generan dentro de la región espacial representada por la celda 23B. En este sentido, la celda 23B está dividida en subceldas 24A-D. La subcelda 24A se proporciona así con el tercer elemento de datos D22, y la subcelda 24B se proporciona con el cuarto elemento de datos D23.

Más en general, donde dos o más elementos de datos se relacionan con localizaciones que están dentro de una región espacial asociada con una sola celda, se puede considerar que existe un conflicto de localización. Cuando dos de estos elementos de datos proporcionan indicaciones contradictorias de una señal de comunicaciones, puede producirse incertidumbre sobre cuál de los elementos de datos es representativo de la señal de comunicaciones dentro de la región espacial. En este sentido, cuando existe un conflicto de localización, se puede dividir una región espacial (y las estructuras de datos asociadas), para permitir que solo se utilicen los datos más relevantes espacialmente para indicar una propiedad de una señal de comunicaciones.

Además, también se apreciará que dos o más elementos de datos que tienen localizaciones similares, pero no idénticas, se puede determinar que están lo suficientemente cerca una de la otra como para que tengan la misma localización. Cuando existan tales elementos de datos múltiples que tengan la misma localización (ya sean idénticos o suficientemente cercanos), se puede usar alguna forma de agregación de datos. Es decir, una celda y la subregión correspondiente no se pueden subdividir indefinidamente (se puede aplicar una dimensión mínima de subregión) y se pueden asociar múltiples elementos de datos que tienen localizaciones similares con una subregión única (en lugar de que cada uno tenga su propia subregión). Cualquier localización dentro de la subregión puede considerarse igual, a los fines de cualquier dato relacionado con esa subregión.

Una dimensión mínima de subregión puede, por ejemplo, determinarse por la precisión posicional de los datos de localización GPS. Además, una dimensión mínima de subregión puede, por ejemplo, estar determinado por el uso de múltiples rutas de red, que puede introducir diferencias significativas en el rendimiento de la red en pequeñas dimensiones de región. Las reducciones en la dimensión mínima de la subregión pueden causar inestabilidad en el rendimiento debido a variaciones en las condiciones de límite de la celda (por ejemplo, el rango efectivo de una estación base). Además, las reducciones en la dimensión de la subregión aumentarían la memoria requerida para almacenar las estructuras de datos asociadas con cada subregión, y también aumentarían el tiempo requerido para recuperar datos de las diversas estructuras de datos.

Además, donde un tren viaja a gran velocidad, puede existir un error de tiempo entre cuando se detecta una nueva tecnología de red y cuando se registra una localización GPS. Tal error de temporización puede causar cierta incertidumbre en el límite exacto de una tecnología de acceso de radio dada. Además, incluso donde un tren es estático, puede haber variaciones en las tecnologías de acceso de radio disponibles causadas por factores externos (por ejemplo, clima, presión del aire, temperatura, posición de otros vehículos). Dichas variaciones en los límites de la tecnología de acceso por radio (ya sea real o percibida) pueden causar problemas significativos de precisión de datos si la dimensión mínima de la subregión es demasiado pequeña.

Una subregión puede tener una dimensión mínima que es configurable. Una dimensión mínima de, por ejemplo, alrededor de 50 m, o alrededor de 100 m, puede proporcionar un compromiso razonable entre la precisión espacial, fiabilidad de datos y requisitos de acceso y almacenamiento de datos. Una subregión que tenga una dimensión mínima de 50 m proporcionaría 20 subregiones de estructura de datos por cada 1 km de pista.

Durante el uso normal, una CCU puede mantener varias conexiones con diferentes redes en un momento dado. Por ejemplo, una CCU puede comprender entre 4 y 12 módems, permitiendo que diferentes módems se conecten a diferentes redes en cualquier momento dado, para reducir la probabilidad de una pérdida total de conectividad en caso de una conexión con una sola red, una sola tecnología de acceso por radio o un solo operador de red fallan. Tal uso de múltiples redes permite que se haga que uno o más módems busquen una nueva tecnología de acceso de radio mientras se mantiene una conexión estable usando otros módems.

También se ha observado que cuando existen múltiples elementos de datos para una localización dada que corresponden a una sola subregión, los datos históricos pueden proporcionar información menos precisa sobre la disponibilidad actual de la tecnología de acceso por radio que los datos más recientes. Tal fenómeno puede atribuirse a la influencia mencionada anteriormente de varios factores externos en las tecnologías de acceso de radio disponibles.

De este modo, la estructura de datos 20 se divide y subdivide en la medida necesaria para acomodar cada uno de los elementos de datos D20-D23. El procesamiento que se lleva a cabo en el servidor 9 para generar la estructura de datos 20 mostrada en las figuras 3A-D se describe ahora con referencia a la figura 4.

El procesamiento se inicia en la etapa S1 cuando el primer elemento de datos D20 es recibido por el servidor 9 desde la CCU 2. El procesamiento luego pasa a la etapa S2, donde los datos de localización dentro del elemento de

datos D20 se comparan con los datos de localización de elementos de datos existentes dentro de la estructura de datos 20 para determinar si existe un conflicto de localización. Ser el primer elemento de datos que se recibe garantiza que no existan dichos elementos de datos existentes, por lo tanto, el procesamiento pasa a la etapa S3 donde el elemento de datos D20 se agrega a la estructura de datos 20 como celda 21, representando toda la región espacial cubierta por la estructura de datos 20.

Cuando el segundo elemento de datos D21 es recibido por el servidor 9 desde el procesamiento CCU 2, se inicia nuevamente en la etapa S1. El procesamiento luego pasa a la etapa S2, donde los datos de localización dentro del elemento de datos D21 se comparan con los datos de localización de elementos de datos existentes dentro de la estructura de datos 20. Luego se establece que las localizaciones asociadas con ambos elementos de datos D20 y D21 están contenidas dentro de la región espacial representada por la celda 21, y por lo tanto existe un conflicto de localización. El procesamiento luego pasa a la etapa S4, donde la celda 21 se divide en celdas 22A-D. El primer elemento de datos se asigna a la celda más apropiada, que en este caso es 22A. El procesamiento vuelve a la etapa S2, donde los datos de localización dentro del elemento de datos D21 se comparan nuevamente con los datos de localización de elementos de datos existentes dentro de la estructura de datos 20. Luego se establece que no existe más conflicto de localización y, por lo tanto, el procesamiento pasa a la etapa S3 donde el elemento de datos D21 se agrega a la estructura de datos 20 en la celda 22B.

Cuando el tercer elemento de datos D22 es recibido por el servidor 9 desde el procesamiento CCU 2, se inicia nuevamente en la etapa S1. El procesamiento luego pasa a la etapa S2, donde los datos de localización dentro del elemento de datos D22 se comparan con los datos de localización de elementos de datos existentes dentro de la estructura de datos 20. Luego se establece que no existe conflicto de localización y, por lo tanto, el procesamiento pasa a la etapa S3 donde el elemento de datos D22 se agrega a la estructura de datos 20 en la celda 22C.

Cuando el servidor 9 recibe el cuarto elemento de datos D23 del procesamiento de CCU 2, se inicia nuevamente en la etapa S1. El procesamiento luego pasa a la etapa S2, donde los datos de localización dentro del elemento de datos D23 se comparan con los datos de localización de elementos de datos existentes dentro de la estructura de datos 20. Luego se establece que las localizaciones asociadas con los dos elementos de datos D22 y D23 están contenidas dentro de la celda 22D, y por lo tanto existe un conflicto de localización. El procesamiento luego pasa a la etapa S4, donde la celda 22D se divide en las celdas 23A-D. El primer elemento de datos se asigna a la celda más apropiada, que en este caso es 23B. El procesamiento vuelve a la etapa S2, donde los datos de localización dentro del elemento de datos D21 se comparan nuevamente con los datos de localización de elementos de datos existentes dentro de la estructura de datos 20. Luego se establece que las localizaciones asociadas con los dos elementos de datos D22 y D23 están contenidas dentro de la celda 23B, y por lo tanto existe un conflicto de localización. El procesamiento pasa nuevamente a la etapa S4, donde la celda 23B se divide en celdas 24A-D. El procesamiento vuelve a la etapa S2, donde los datos de localización dentro del elemento de datos D23 se comparan una vez más con los datos de localización de los elementos de datos existentes dentro de la estructura de datos 20. Luego se establece que no existe más conflicto de localización y, por lo tanto, el procesamiento pasa a la etapa S3 donde el elemento de datos D21 se agrega a la estructura de datos 20 en la celda 24B.

El procesamiento descrito con referencia a la figura 4 ocurre cada vez que el servidor 9 recibe un nuevo elemento de datos desde la CCU 2.

En general, una celda (y la subregión correspondiente) se divide cuando se produce una nueva condición límite. No es necesario diferenciar entre localizaciones donde no hay cambios en el estado de una tecnología de acceso por radio. Además, los datos relacionados con las redes proporcionadas por un proveedor de red particular pueden tratarse por separado de los relacionados con otros proveedores de red. Se apreciará que cuando el estado de una tecnología de acceso por radio proporcionada por un primer proveedor cambia, el estado de una tecnología de acceso por radio proporcionada por un segundo proporcionado puede no cambiar y, por lo tanto, puede no requerir división celular. En este sentido, puede resultar más eficiente mantener una estructura de fecha separada relacionada con cada uno de varios proveedores de red diferentes que una sola estructura de datos.

Además, mientras que el procesamiento descrito con referencia a la figura 4 utiliza solo datos de localización para discriminar entre elementos de datos, los contenidos adicionales de los elementos de datos se pueden usar para discriminar aún más entre los elementos de datos como base para una mayor división de la estructura de datos 20. Por ejemplo, los datos temporales también pueden usarse como un índice de la estructura de datos 20. Es decir, cada celda o subcelda dentro de la estructura de datos 20 puede subdividirse adicionalmente en función del momento en que se generó el elemento de datos. Por lo tanto, se puede considerar que la estructura de datos 20 tiene dos dimensiones espaciales y una tercera, dimensión temporal. Una estructura de datos que tiene dos dimensiones espaciales y una sola temporal puede tomar la forma de un árbol k-d que tiene tres dimensiones. Alternativamente, cada celda dentro de la estructura de datos (que se define en términos de sus dos dimensiones espaciales) puede tener una única dimensión temporal que subdivide aún más esa celda, pero que no afecta ni causa la división de celdas espacialmente adyacentes. Por lo tanto, una estructura de datos puede estar dispuesta como un árbol k-d que comprende una matriz tridimensional.

Cuando un tren 1 sigue regularmente una ruta idéntica, pero a diferentes horas del día, se pueden experimentar

diferentes condiciones de señal en esos momentos diferentes. Por ejemplo, a medida que se conectan más dispositivos (por ejemplo, teléfonos móviles) a una estación base particular, se sabe que el área de cobertura proporcionada por esa estación base se reduce. Tal fenómeno (es decir, variación diurna) puede conocerse como contracción celular. Por ejemplo, donde un solo dispositivo está conectado a una estación base, el rango efectivo de la estación base puede ser de 1 km. Sin embargo, donde veinte dispositivos están conectados a la misma estación base, el rango efectivo de la estación base puede reducirse a, por ejemplo, 500 m. Se apreciará, por lo tanto, que cuando una estación base experimenta cambios significativos en la cantidad de dispositivos que están conectados a ella durante un día típico, el rango efectivo de esa estación base también puede fluctuar. En algunas circunstancias, una estación base puede proporcionar cobertura 4G a una CCU en un tren en algunos momentos, pero no en otros. El conocimiento de los momentos en que la cobertura 4G se ha proporcionado previamente a una CCU en un tren, por lo tanto, permite que la CCU intente conectarse a una red 4G solo cuando espera que haya una disponible.

Las figuras 5A y 5B ilustran un árbol k-d tridimensional. La figura 5A ilustra una vista bidimensional de una porción de un árbol k-d que está asociada con una región espacial particular a la primera hora del día, mientras que la figura 5B ilustra una vista bidimensional de una porción del mismo árbol k-d (que está asociada a la misma región espacial particular) en una segunda hora del día.

En más detalle, una estructura de datos 25A representa la región espacial a una hora particular del día, por ejemplo 12pm-1pm. La estructura de datos 25A comprende una pluralidad de celdas pobladas 26A, 27A, 28A, cada uno de los cuales contiene datos relacionados con una señal de comunicaciones en una subregión respectiva a la hora particular del día. Una segunda estructura de datos 25B, por otra parte, representa la misma región espacial que la estructura de datos 25A, pero a otra hora del día, por ejemplo 1pm-2pm. La estructura de datos 25B también comprende una pluralidad de celdas pobladas, 26B, 28B, 29B, cada uno de los cuales contiene datos relacionados con una señal de comunicaciones en una subregión respectiva a diferentes horas del día. Sin embargo, se puede ver que diferentes datos pueden estar disponibles en diferentes momentos del día. Por ejemplo, no hay datos que correspondan a la celda 27A disponible entre la 1pm y las 2pm, lo que significa que no hay celda 27B. Además, es posible que las celdas que corresponden a la misma subregión espacial (por ejemplo, las celdas 26A y 26B) contengan información diferente con respecto a la señal de comunicaciones, debido al hecho de que ambas celdas se relacionan con diferentes períodos de tiempo.

Además, este efecto también se puede observar en diferentes días de la semana. Por ejemplo, una estación base que se encuentra próxima a un edificio de oficinas puede proporcionar conectividad a muchos usuarios de ese edificio de oficinas durante las horas normales de trabajo (y como resultado sufre una contracción celular). Sin embargo, durante las mañanas tempranas, tardes, noches y fines de semana menos usuarios pueden estar conectados, resultando en un rango efectivo aumentado durante esos tiempos.

El uso de dimensiones o índices adicionales (es decir, no espaciales) a las estructuras de datos permite aplicar métodos lógicos o estadísticos relacionados con el tiempo. Por ejemplo, se puede hacer referencia a un calendario, permitiendo eventos temporales recurrentes significativos (por ejemplo, Navidad, Pascua de Resurrección, feriados bancarios) a ser identificados y para anticipar los cambios en el tráfico de datos (y los efectos consecuentes en el rango efectivo de estaciones base).

Además, el uso del análisis del dominio de la frecuencia de los patrones de conectividad de datos (en lugar del dominio del tiempo) puede permitir la identificación de patrones repetidos relacionados con la conectividad de datos y la cobertura (por ejemplo, entre semana y fines de semana). Tal análisis de dominio de frecuencia podría usarse además para identificar patrones repetitivos que solo están vagamente relacionados con un calendario. Por ejemplo, un evento identificado (que tiene algún efecto en la conectividad de datos) puede ocurrir en un intervalo arbitrario (por ejemplo, cada segundo martes entre las 6pm y las 8pm). Además, se pueden identificar algunos eventos que tienen un período cíclico que no está alineado con un día particular de la semana o una hora del día (por ejemplo, el período no es un múltiplo entero de 24 horas o 7 días).

Además de la discriminación espacial y temporal entre las entradas de datos dentro de la estructura de datos, puede ser posible una mayor discriminación basada en la dirección de viaje de un tren que puede, por ejemplo, afectar qué conjunto de vías viaja un tren (que puede, por ejemplo estar a 10-20 metros de distancia). Además, la dirección de viaje puede afectar la disponibilidad de la señal de red donde las antenas montadas en el tren son direccionales.

Debe entenderse que el tren 1 descrito anteriormente con referencia a la figura 1 puede ser un tren en una flota de trenes similares, cada tren de la flota transporta una CCU respectiva, dispuestos de manera similar a la que se muestra en la figura 1. Es decir, cada tren de una flota puede organizarse para proporcionar conectividad a los pasajeros a bordo del tren mediante la conexión con el agente local 6 a través de una CCU a bordo de ese tren. Además, cada uno de los trenes puede proporcionar datos y recuperar datos de una estructura de datos central como se ilustra en la figura 2. Por lo tanto, se puede construir y actualizar una única estructura de datos central basada en los datos generados por toda una flota de trenes, en lugar de estar restringido a los datos generados por un solo tren. Por lo tanto, se proporciona un sistema de autoaprendizaje distribuido para permitir el uso eficiente de los recursos de la red. Al permitir que las CCU intenten conectarse a una red más rápida cuando, y solo cuando, es probable que dicha red esté disponible. Se puede reducir el tiempo de inactividad innecesario (por ejemplo,

encuestas periódicas para la disponibilidad de la red 4G).

El servidor 9 mantiene una estructura de datos que contiene toda la información proporcionada por las CCU. Se apreciará que la forma exacta de la estructura de datos puede ser diferente a la ilustrada en las figuras 2 y 3. Por ejemplo, cada celda de la estructura de datos del árbol k-d puede contener un puntero a otra estructura de datos que contiene todos los datos que están asociados a esa celda. De tal manera, el servidor mantiene una pluralidad de estructuras de datos, junto con un conjunto de relaciones, las interacciones entre esas estructuras de datos. La figura 6 ilustra tal disposición. La estructura de datos 30 es un ejemplo de una estructura de datos de árbol k-d, como se ha descrito anteriormente. Cada celda poblada en la estructura de datos 30 (es decir, cada celda con la que hay datos específicos de localización asociados), contiene un puntero a otra estructura de datos, como una base de datos. La estructura de datos 30 contiene cuatro de estas celdas pobladas, celdas 31 a 34. Existen, por lo tanto, cuatro bases de datos asociadas 31 D-34D, cada uno de los cuales contiene elementos de datos asociados a una localización geográfica respectiva (representada por una de las celdas 31 a 34). Cuando se crea una celda adicional, mediante la división de una celda existente (como se describió anteriormente con referencia a la figura 4) se crea una base de datos adicional y se almacena un puntero a dicha base de datos dentro de la estructura de datos 30.

Puede ser posible una mayor discriminación entre las entradas de datos dentro de una estructura de datos en función de la identidad del tren (y, por lo tanto, CCU). De esta manera, se pueden mantener y actualizar diferentes disponibilidades de red para una localización particular para diferentes CCU.

Se apreciará que las estructuras de datos del árbol k-d ilustradas son solo una forma de representar las estructuras de datos utilizadas en las realizaciones de la invención. La estructura de datos se puede organizar de cualquier manera conveniente. Además, las estructuras de datos como las bases de datos a las que se hace referencia anteriormente pueden tener sus propias estructuras para la organización de datos como, por ejemplo, tablas y registros. Además, tales estructuras (por ejemplo, tablas y registros) pueden dividirse y subdividirse a medida que las estructuras de datos se actualizan en uso. Es decir, tanto la estructura como el contenido de cada una de las estructuras de datos mencionadas anteriormente pueden actualizarse dinámicamente. Nuevas celdas, punteros, tablas, registros se pueden agregar (y así sucesivamente) a las diversas estructuras de datos para acomodar nuevos datos y reorganizar los datos existentes, según lo requiera la recepción de nuevos datos.

Como se ha mencionado anteriormente, el tren 1 (o cada una de las flotas de trenes) proporciona actualizaciones periódicas de la localización del tren 1 y el estado de cualquier conexión establecida con las redes al servidor 9. Las actualizaciones periódicas se transmiten al servidor 9 a través de una de las redes 4_A, 4_B. Cada una de estas actualizaciones comprende datos que pueden, por ejemplo, contener uno o más de: información relacionada con la relación señal/ruido (SNR) de cualquier señal recibida desde una estación base a la que está conectada la CCU 2; datos de indicación de intensidad de señal recibida (RSSI) que proporcionan una medición de la potencia presente en una señal recibida desde una estación base; datos de marca de tiempo que identifican cuándo se recopilaron los datos; datos de tecnología de acceso por radio que identifican la tecnología de acceso por radio actualmente conectada; datos que identifican una estación base particular a la que está conectada (ID de celda), ID de CCU que identifica la CCU particular que proporciona la actualización; la dirección de viaje del tren. Las actualizaciones pueden incluir adicional o alternativamente datos basados en el análisis del número de dispositivos de usuario conectados a una LAN proporcionada por la CCU, tal como, por ejemplo, el número de usuarios actualmente conectados a la CCU o el rendimiento del usuario. Además, las actualizaciones de datos pueden, por ejemplo, comprender datos relacionados con el volumen de datos transferidos por la CCU y/o estadísticas de pérdida de paquetes y/o datos estadísticos relacionados con la probabilidad de hacer una conexión de tecnología de acceso de radio particular o una medida alternativa de la calidad de conexión probable (un índice de calidad de conexión, CQI). Donde los datos recopilados son un valor numérico (por ejemplo, SNR, RSSI, CQI) se puede transmitir un valor promedio. Por ejemplo, La CCU 2 puede determinar un valor promedio (por ejemplo, promedio) de SNR durante un período predeterminado de tiempo y transmitirlo como parte del elemento de datos. Además, los datos pueden contener información relacionada con el operador de red responsable de la red a la que está conectada la CCU 2.

El período en el que se recopilan y transmiten dichos datos puede, por ejemplo, ser cualquier período conveniente. Un período conveniente de recolección de datos puede, por ejemplo, ser configurable para estar entre 1 y 10 segundos. El período puede ajustarse en función de la velocidad a la que se mueve el tren 1, para corresponder a un espaciado geográfico aproximadamente igual. Se apreciará que un tren que viaja a 200 km/h cubrirá 100 m en aproximadamente 1,8 s, mientras que un tren que viaja a 80 km/h cubrirá 100 m en alrededor de 4,5 s. Una CCU dentro de un tren que viaja a menos de 10 km/h puede configurarse para proporcionar actualizaciones en un período fijo, tal como, por ejemplo, cada 30 s. El período puede ajustarse según las propiedades de la conexión o el contenido de los datos recopilados previamente.

Además del procesamiento descrito anteriormente que se lleva a cabo para transmitir datos relacionados con el estado de cualquier conexión con redes, la CCU 2 recupera aún más los datos relacionados con el estado esperado de las redes en el área en la que se encuentra el tren 1. Tal procesamiento se describe ahora con referencia a la figura 7. En la etapa S5, que se realiza periódicamente por la CCU 2, la localización, y opcionalmente dirección de viaje, del tren 1 (y, por lo tanto, CCU 2) se detecta. La localización y dirección pueden ser detectadas por varios mecanismos, tal como, por ejemplo, por referencia a los satélites (por ejemplo, datos de GPS).

5 El procesamiento luego pasa a la etapa S6 donde se recupera un elemento de datos de la estructura de datos almacenada por el servidor 9 en función de la localización detectada. En lugar de recuperar toda la estructura de datos (que puede contener muchos elementos de datos relacionados con diferentes localizaciones, e incluso varios elementos de datos para la localización relevante), se recupera un elemento de datos que contiene solo información relevante para la localización particular. Por ejemplo, el elemento de datos recuperado puede contener metadatos que se basan en los muchos elementos de datos recibidos de las CCU y almacenados dentro de la estructura de datos.

10 Los datos recuperados pueden, por ejemplo, contener una probabilidad estadística de conectarse a un operador determinado con un tipo de tecnología de acceso de radio particular en esa localización particular y en ese momento particular. El procesamiento luego pasa a la etapa S7, donde se determina qué, si hay alguna, actualmente se establecen conexiones entre la CCU 2 y las redes 4_A, 4_B. Cuando se detectan al menos algunas conexiones establecidas, el procesamiento pasa a la etapa S8 donde se determina si, sobre la base de los datos recibidos y las conexiones establecidas, se puede lograr una configuración de conexión mejorada. Por ejemplo, donde se establece una conexión 3G, pero se indica que es probable que haya una conexión 4G disponible, se puede lograr una configuración de conexión mejorada estableciendo una conexión 4G. Si se puede lograr una configuración de conexión mejorada, luego el procesamiento pasa a la etapa S9, donde se intenta mejorar la configuración de la conexión. Este procesamiento puede, por ejemplo, implicar apagar y encender un módem que está conectado a una red 3G, para forzarlo a intentar conectarse a una red 4G que se ha determinado que está disponible en esa localización.

25 Por otra parte, si en la etapa S8 determinó que no es probable que haya una conexión mejorada disponible, luego el procesamiento pasa a la etapa S10, donde se mantiene la conexión actual.

Si, en la etapa S7, se determina que no se establece una conexión, luego el procesamiento pasa a la etapa S9, donde se intenta conectarse a la mejor red disponible, sobre la base de los datos recibidos en la etapa S6.

30 Al determinar si es probable que haya una conexión de red en particular disponible, la CCU 2 puede aplicar un conjunto de reglas a los metadatos recibidos. Por ejemplo, un módem particular puede requerir un valor mínimo de SNR o RSSI para mantener una conexión de red estable. En este sentido, una regla puede requerir que se mantenga un margen predeterminado por encima del valor mínimo en todo momento, para asegurar una conexión de red estable. Por lo tanto, si dicho margen no está presente, la conexión no se considera disponible. De manera similar, donde los metadatos recibidos son una probabilidad estadística de conectarse a un operador determinado con un tipo de tecnología de acceso de radio particular, se puede aplicar un umbral de probabilidad mínimo (por ejemplo, 70 %) antes de intentar realizar una reelección de la tecnología de acceso por radio.

40 Se apreciará que se pueden aplicar diferentes reglas dependiendo de las circunstancias y los requisitos particulares de conexión de datos de la CCU 2. Por ejemplo, una pluralidad de módems dentro de una CCU 2 puede tener diferentes reglas asociadas, permitiendo mantener un perfil de estabilidad/rendimiento de la conexión. Es decir, puede preferirse tener conectividad en todo momento, aunque a una velocidad más lenta que la mejor disponible, siempre que se mantenga la conexión. Por lo tanto, algunos módems pueden mantenerse en una red 3G estable, mientras que algunos módems están conectados a una red 4G menos estable. Tal configuración de disposición puede reducir el ancho de banda general de transferencia de datos (en comparación con hacer conexiones 4G siempre que estén disponibles), pero mejora la estabilidad general de la conexión.

50 Si bien se describe anteriormente que los datos se recuperan en la etapa S6 desde una estructura de datos almacenada en el servidor 9, en cambio, los datos pueden recuperarse de una estructura de datos almacenada en la propia CCU 2. Por ejemplo, La CCU 2 puede proporcionarse periódicamente con una estructura de datos local que se deriva de la estructura de datos almacenada en el servidor 9. La estructura de datos local puede comprender un árbol k-d, con cada nodo que contiene un valor escalar indicativo de la probabilidad de lograr una conexión de tecnología de acceso de radio predeterminada en la localización asociada con cada nodo respectivo. Alternativamente, la estructura de datos local puede contener diferentes metadatos según lo requerido por la CCU 2 para determinar si se puede hacer una conexión mejorada. La estructura de datos local puede basarse en los datos proporcionados por esa CCU particular, o en los datos de todas las CCU (es decir, toda la flota) cuando se encuentra en cada localización respectiva. El uso de una estructura de datos local almacenada en una memoria asociada con una CCU puede reducir los tiempos de acceso a datos cuando se compara con el acceso frecuente a una estructura de datos almacenada en un servidor. Además, donde no hay conectividad de datos (por ejemplo, al salir de un túnel o un área sin cobertura de red) una estructura de datos local permite que una CCU identifique cuándo es probable que sea posible restaurar una conexión de datos.

65 Donde se mantiene una estructura de datos local, se puede proporcionar una estructura de datos basada en el servidor con actualizaciones periódicas, tal como se describe con mayor detalle anteriormente. Como tal, el contenido de una estructura de datos local y basada en el servidor puede diferir con el tiempo. Se puede actualizar una estructura de datos local desde el servidor en cada reinicio o encendido de la CCU.

Una estructura de datos local para una CCU puede comprender adicionalmente datos que indican una última tecnología de acceso a datos informada utilizada por la CCU respectiva y/o la fecha y hora de ese uso.

5 Se apreciará que cada uno de los trenes dentro de la flota de trenes puede llevar a cabo un procesamiento similar al descrito con referencia a la figura 7.

10 El procesamiento para extraer y distribuir metadatos apropiados a cada uno de los trenes dentro de una flota es realizado por el servidor 9. Tal procesamiento puede, por ejemplo, implicar determinar cuáles de los elementos de datos almacenados dentro de las bases de datos que están asociados a la estructura de datos deben usarse para el procesamiento posterior. Por ejemplo, donde varios elementos de datos contienen información relacionada con una localización determinada, Es posible tomar un promedio de valores dentro de esos elementos de datos.

15 En algunas realizaciones, el procesamiento estadístico puede realizarse sobre los datos permitiendo, por ejemplo, cálculo del rendimiento de datos para un área determinada. Tal procesamiento puede llevarse a cabo localmente por una CCU o en un servidor. Tal procesamiento estadístico y el almacenamiento de datos asociado pueden estar limitados por el tamaño de las estructuras de datos (por ejemplo, las estructuras de datos 31D-34D) que se proporcionan en cada nodo de un árbol k-d. El procesamiento estadístico puede basarse en datos proporcionados por una sola UCC, un grupo predeterminado de CCU, o toda la flota.

20 Alternativa o adicionalmente, los elementos particulares de los elementos de datos dentro de una estructura de datos pueden descartarse basándose en algún criterio predeterminado. Por ejemplo, donde una gran cantidad de elementos de datos proporcionan información consistente relacionada con el estado de una señal particular, pero un elemento de datos, o un pequeño número de elementos de datos proporcionan datos contradictorios, ese elemento de datos puede descartarse.

25 Además, tales datos contradictorios pueden usarse para detectar fallas de hardware, tal como, por ejemplo, fallos de módem y/o CCU. En una realización, un módem que informa consistentemente de una incapacidad para conectarse a una red 4G en localizaciones y, en ocasiones, que otros módems pueden conectarse a dicha red puede ser declarado defectuoso. En tal realización, un requisito de servicio o inspección puede indicarse a un operador del sistema. Además, cualquier elemento de datos generado por el módem defectuoso puede ignorarse hasta que haya sido inspeccionado.

30 Alternativamente, tales datos contradictorios pueden usarse como base para una división adicional de la estructura de datos. Por ejemplo, y como se describe en detalle anteriormente con respecto a las localizaciones geográficas, donde existe un conflicto de datos de localización, las celdas de la estructura de datos se pueden dividir para acomodar una mayor resolución de datos espaciales. Se puede realizar una operación de división similar en función de otras características de datos, tal como, por ejemplo, tiempo (también como se describe arriba).

40 Cada vez que se recibe un nuevo elemento de datos de una de las CCU, se agrega a una estructura de datos adecuada. Además, cuando sea apropiado, las estructuras de datos están divididas. La división de una estructura de datos puede, por ejemplo, lograrse mediante la adición de un indicador a una entrada dentro de una estructura de datos que identifica un subconjunto particular de entradas que pertenecen a una estructura de subdatos. Es decir, se puede mantener una única estructura de datos que contiene varias estructuras de subdatos.

45 Se apreciará además que una celda no tiene que dividirse al recibir un único elemento de datos adicional asociado a una localización similar. De hecho, cada celda puede acomodar una gran cantidad de elementos de datos aparentemente conflictivos antes de que se produzca una división. Por ejemplo, tal como se describe con mayor detalle anteriormente, una celda puede contener datos relacionados con una subregión que tiene una dimensión mínima de, por ejemplo, 50 m.

50 Como los datos son capturados por una CCU, se puede mantener una memoria intermedia correspondiente a cada celda dentro de una estructura de datos, cada memoria intermedia se configura para contener solo un informe de estado relacionado con cada una de las redes a las que se puede conectar. Cada informe de estado comprende datos relacionados con el estado de una conexión de red particular, tal como se describe con mayor detalle anteriormente. Por ejemplo, Un informe de estado puede contener los siguientes campos para cada red: RSSI, SNR, CQI, tecnología actual de acceso por radio, rendimiento de datos actual, ID de celda y la hora a la que se capturaron los datos. Cada uno de los informes de estado contenidos en las memorias intermedias puede basarse en una pluralidad de entradas de datos. Por ejemplo, cada uno de los informes de estado puede, basarse en los últimos informes de estado (por ejemplo, los últimos 2 a 8 informes) generados por una CCU. El número de entradas de datos sobre las cuales se puede configurar cada memoria intermedia, pero preferiblemente se mantiene pequeño para reducir el uso de memoria. La pluralidad de entradas de datos puede procesarse de alguna manera para reducir el impacto de las entradas de datos anómalas. Por ejemplo, las entradas de datos dentro de un memoria intermedia se pueden filtrar medianamente, tal que los datos perdidos, transitorios o anómalos no se tienen en cuenta. La salida del filtro mediano se puede usar para actualizar los datos estadísticos almacenados dentro de una celda que se relacionan con la localización/hora/red/CCU relevantes, etc.

Se apreciará que en algunas realizaciones, en lugar de ser almacenados, los datos de localización (como la ID de celda) dentro de un informe de estado pueden usarse simplemente como un índice de la estructura de datos dentro de la cual se almacena el informe de estado. De manera similar, donde los datos temporales se usan para distinguir entre estructuras de datos (o celdas dentro de una estructura de datos), los datos temporales dentro de un informe de estado pueden usarse como un índice de la estructura de datos, en lugar de ser almacenado.

Se apreciará que cuando una CCU informa una falta de cobertura de una tecnología de acceso de radio particular, esto puede resultar en una reducción en la disponibilidad registrada de esa tecnología de acceso de radio. Sin embargo, el uso de filtrado, como se ha descrito anteriormente, puede permitir tales pérdidas reportadas en la cobertura, cuando transitorias, sean ignoradas. Además, el uso de entradas de datos resueltas temporal y espacialmente dentro de la estructura de datos permite registrar una reducción genuina en la cobertura y tener impacto solo en la medida (espacial y/o temporal) que sea relevante.

Por supuesto, mientras se describe anteriormente que las realizaciones están dispuestas para cambiar entre redes 3G y 4G, se apreciará que las realizaciones son igualmente aplicables a otras tecnologías de acceso por radio. Por ejemplo, en una realización, el procesamiento descrito anteriormente se aplica a 2G, 3G, Redes 3.5G y/o 4G. 2G generalmente se refiere a la tecnología móvil de 2^{da} generación, tal como, por ejemplo, GSM, GPRS, EDGE y CDMA. 3G se refiere generalmente a tecnología móvil de 3^{ra} generación, tal como, por ejemplo, WCDMA, UMTS HSDPA. 3.5G generalmente se refiere a tecnologías como, por ejemplo, HSPA, HSPA+, DC-HSPA+, Tecnología WiMax y LTE que permite velocidades de transferencia de datos de hasta aproximadamente 100 Mbit/s. 4G generalmente se refiere a la 4^{ta} generación de tecnologías "LTE Advanced" que permiten velocidades de transferencia de datos de entre aproximadamente 100 Mbit/s y 1 Gbit/s.

Se apreciará que se pueden hacer referencia a diferentes tecnologías con términos diferentes en diferentes territorios, posiblemente en conflicto con las definiciones de estándares oficiales. Por ejemplo, la tecnología LTE puede denominarse tecnología 4G en algunos territorios. Además, HSPA y HSPA+ pueden denominarse tecnologías 3G.

En general, las realizaciones de la invención pueden usarse para mejorar la conmutación entre tecnologías de acceso por radio más lentas (es decir, de generación anterior) y más rápidas (es decir, de generación posterior). Tal cambio puede denominarse cambio o re-selección de, tecnología de acceso por radio. Sin embargo, el cambio también puede mejorarse entre tecnologías de generación equivalentes. Por ejemplo, algunas estaciones base pueden permitir el cambio automático entre HSPA, HSPA + y DC-HSPA + (que pueden denominarse 3.5G), sin permitir el cambio automático a LTE (también 3.5G) mientras se usa una conexión de datos. Sin embargo, las mismas estaciones base pueden permitir cambiar de LTE a HSPA, HSPA+ y DC-HSPA+ cuando se pierde la cobertura LTE.

En una realización, el procesamiento descrito anteriormente puede aplicarse a redes proporcionadas por diferentes proveedores de red.

Se apreciará que el procesamiento descrito anteriormente se puede llevar a cabo en ordenadores que tengan cualquier estructura conveniente. La figura 8 muestra el servidor 9 con más detalle. Se puede ver que el servidor comprende una CPU 9a que está configurada para leer y ejecutar instrucciones almacenadas en una memoria volátil 9b que toma la forma de una memoria de acceso aleatorio. La memoria volátil 9b almacena instrucciones para la ejecución por parte de la CPU 9a y los datos utilizados por esas instrucciones. Por ejemplo, durante su uso, la estructura de datos 30 puede almacenarse en la memoria volátil 9b.

El servidor 9 comprende además un almacenamiento no volátil en forma de una unidad de disco duro 9c. La estructura de datos 30 puede almacenarse en la unidad de disco duro 9c. El servidor 9 comprende además una interfaz de E/S 9d a la que se conectan dispositivos periféricos utilizados en conexión con el servidor 9. Más particularmente, una pantalla 9e está configurada para mostrar la salida del servidor 9. La pantalla 9e puede, por ejemplo, mostrar una representación de la estructura de datos 30. Adicionalmente, la pantalla 9e puede mostrar imágenes o datos generados por el procesamiento de la estructura de datos 30. Los dispositivos de entrada también están conectados a la interfaz de E/S 9d. Dichos dispositivos de entrada incluyen un teclado 9f y un ratón 9g que permiten la interacción del usuario con el servidor 9. Una interfaz de red 9h permite que el servidor 9 se conecte a una red apropiada, tal como Internet 7, para recibir y transmitir datos desde y hacia otros dispositivos informáticos, tal como, por ejemplo, CCU 2. La CPU 9a, memoria volátil 9b, unidad de disco duro 9c, Interfaz de E/S 9d e interfaz de red 9h, están conectados entre sí por un bus 9i.

Se apreciará que la CCU 2 puede comprender componentes dispuestos de manera similar al servidor 9. Además, donde el procesamiento se describe anteriormente como llevado a cabo por la CCU 2, o el servidor 9, de hecho puede llevarse a cabo por uno o más dispositivos informáticos diferentes.

En algunas realizaciones donde las entradas de datos contienen información relacionada con el rendimiento de datos en localizaciones correspondientes a cada celda de estructura de datos respectiva, y donde la información temporal también se usa para distinguir entre celdas de estructura de datos, es posible identificar patrones de uso.

- Por ejemplo, donde las subregiones tienen una dimensión similar, la diferencia entre el rendimiento promedio de datos para una red determinada puede proporcionar una indicación de la utilización general del sistema. Además, los problemas de acceso a la red se pueden identificar de esta manera. Por ejemplo, donde no se observa rendimiento en un día determinado en una localización determinada, y donde las celdas relacionadas con esa localización han registrado rendimiento en varios días anteriores, puede haber ocurrido alguna forma de fallo. Por supuesto, también se apreciará que las dimensiones de la subregión pueden diferir para una localización determinada según la hora o el día, y como tal, cualquier comparación entre los rendimientos de la subregión debería tener en cuenta dicha variación.
- 5
- 10 Las realizaciones de la presente invención se han descrito anteriormente y se apreciará que las realizaciones descritas no son de ningún modo limitantes. De hecho, muchas variaciones de las realizaciones descritas serán evidentes para una persona experta ordinaria, Dichas variaciones estando dentro del ámbito de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un método para almacenar datos que indican una propiedad de una red de comunicaciones, comprendiendo el método:

5 obtener un elemento de datos almacenados (D20) asociado a al menos parte de una región espacial (21) y que tiene un parámetro espacial asociado y un parámetro temporal asociado, indicando el elemento de datos almacenados una propiedad de la red de comunicaciones;
 10 recibir segundos datos (D21) que indican una propiedad de dicha red de comunicaciones en una localización particular en dicha región espacial en un momento particular; y
 procesar dicho parámetro espacial, dicho parámetro temporal, datos que indican dicha localización particular y datos que indican dicho tiempo particular y, basado en dicho procesamiento, generar el primer y el segundo elemento de subdatos (D20, D21), teniendo cada uno de dichos primer y segundo elementos de subdatos un parámetro espacial asociado (22A, 22B) y un parámetro temporal asociado, al menos uno de los primeros y segundos elementos de subdatos que tiene un parámetro espacial o temporal diferente del asociado al elemento de datos almacenado, en donde dicha generación de dichos primer y segundo elementos de subdatos comprende:
 20 determinar una relación espacial entre dicho parámetro espacial y los datos que indican dicha localización particular;
 determinar una relación temporal entre dicho parámetro temporal y los datos que indican dicho tiempo particular; y
 generar dichos primer y segundo elementos de subdatos si al menos una de dicha relación espacial determinada y relación temporal determinada satisfacen un criterio espacial o temporal predeterminados
 25 respectivos.

2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha generación de dichos primer y segundo elementos de subdatos comprende además:

30 si dicha relación espacial determinada no satisface dicho criterio espacial predeterminado, y dicha relación temporal determinada no satisface dicho criterio temporal predeterminado, actualizar dicho elemento de datos almacenados asociado a dicha parte de dicha región espacial basándose en dicho elemento de datos almacenados y dichos segundos datos.

3. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que dicha generación de dichos primer y segundo elementos de subdatos comprende además:

35 si dicha relación espacial determinada satisface dicho criterio espacial predeterminado, y dicha relación temporal determinada no satisface dicho criterio temporal predeterminado, generar dichos primer y segundo elementos de subdatos, dicho primer elemento de subdatos se asocia a dicho parámetro espacial y dicho parámetro temporal, y dicho segundo elemento de subdatos se asocia a dichos datos que indican dicha localización particular y dicho parámetro temporal.
 40

4. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que dicha generación de dichos primer y segundo elementos de subdatos comprende además:

45 si dicha relación espacial determinada no satisface dicho criterio espacial predeterminado, y dicha relación temporal determinada satisface dicho criterio temporal predeterminado, generar dichos primer y segundo elementos de subdatos, dicho primer elemento de subdatos se asocia a dicho parámetro espacial y dicho parámetro temporal, y dicho segundo elemento de subdatos se asocia a dicho parámetro espacial y dichos datos indican dicho tiempo particular.

5. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que dicha generación de dichos primer y segundo elementos de subdatos comprende además:

50 si dicha relación espacial determinada satisface dicho criterio espacial predeterminado, y dicha relación temporal determinada satisface dicho criterio temporal predeterminado, generar dichos primer y segundo elementos de subdatos, estando dicho primer elemento de subdatos asociado a dicho parámetro espacial y dicho parámetro temporal, y estando dicho segundo elemento de subdatos asociado a dichos datos que indican dicha localización particular y dichos datos que indican dicho tiempo particular.
 55

6. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior:

60 en el que los primero y segundo elementos de subdatos generados representan cada uno una parte diferente de dicha región espacial y cada uno está asociado a dicho parámetro temporal; o
 en el que los primero y segundo elementos de subdatos generados representan cada uno dicha parte de dicha región espacial y cada uno está asociado a un parámetro temporal diferente.

7. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que dicho primer y segundo elemento de subdatos de generación comprende:

65

- procesar dicho elemento de datos almacenado que indica una propiedad de la red de comunicaciones, y dichos segundos datos que indican una propiedad de dicha red de comunicaciones; y
generar dichos primer y segundo elementos de subdatos basándose en dicho procesamiento; y opcionalmente
5 en donde dicho procesamiento comprende: comparar dicho elemento de datos almacenados que indica una propiedad de la red de comunicaciones, y dichos segundos datos que indican una propiedad de dicha red de comunicaciones; y generar dichos primer y segundo elementos de subdatos si dicha comparación satisface un criterio predeterminado.
- 10 8. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que dicha generación de dichos primer y segundo elementos de subdatos comprende:
- generar cuatro elementos de subdatos, representando los cuatro elementos de subdatos juntos dicha región espacial y representando cada uno una subregión de dicha región espacial;
15 en donde un primero de dichos cuatro elementos de subdatos es dicho primer elemento de subdatos y un segundo de dichos elementos de subdatos es dicho segundo elemento de subdatos; y
en donde un tercer de dichos elementos de subdatos y un cuarto de dichos elementos de subdatos se basan cada uno en al menos uno de dichos primer y segundo datos; y opcionalmente
20 en donde dichos cuatro elementos de subdatos representan cada uno una subregión de aproximadamente el mismo tamaño.
9. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende adicionalmente:
- generar al menos una estructura de datos que comprende datos indicativos de cada uno de una pluralidad de
25 elementos de datos y elementos de subdatos asociados a una región espacial, y
transmitir al menos parte de dicha estructura de datos generada a un dispositivo de comunicaciones.
10. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que dicho criterio temporal predeterminado se selecciona del grupo que consiste en: un criterio basado en una hora del día; un criterio basado en un día de la semana; un criterio basado en uno o más meses del año; y un criterio basado en un evento temporal recurrente.
- 30 11. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que dicha propiedad de dicha red de comunicaciones se selecciona del grupo que consiste en: una indicación de un protocolo de comunicaciones en una región espacial particular; una indicación de un protocolo de comunicaciones proporcionada por una red de comunicaciones particular en una región espacial particular; una indicación de una fuerza de señal; una indicación de la velocidad de la red; una indicación de la disponibilidad de una o más redes; una indicación de una relación señal/ruido; e indicación del rendimiento de datos.
- 40 12. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que dichos primeros datos se reciben de un primer dispositivo y dichos segundos datos se reciben de un segundo dispositivo; y opcionalmente en donde dichos primer y segundo dispositivos están asociados a respectivos primer y segundo vehículos.
13. Un sistema de comunicación dispuesto para realizar un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
- 45 14. Un programa de ordenador que comprende instrucciones legibles por ordenador configuradas para hacer que un ordenador lleve a cabo un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.
- 50 15. Un medio legible por ordenador que lleva un programa informático de acuerdo con la reivindicación 14.

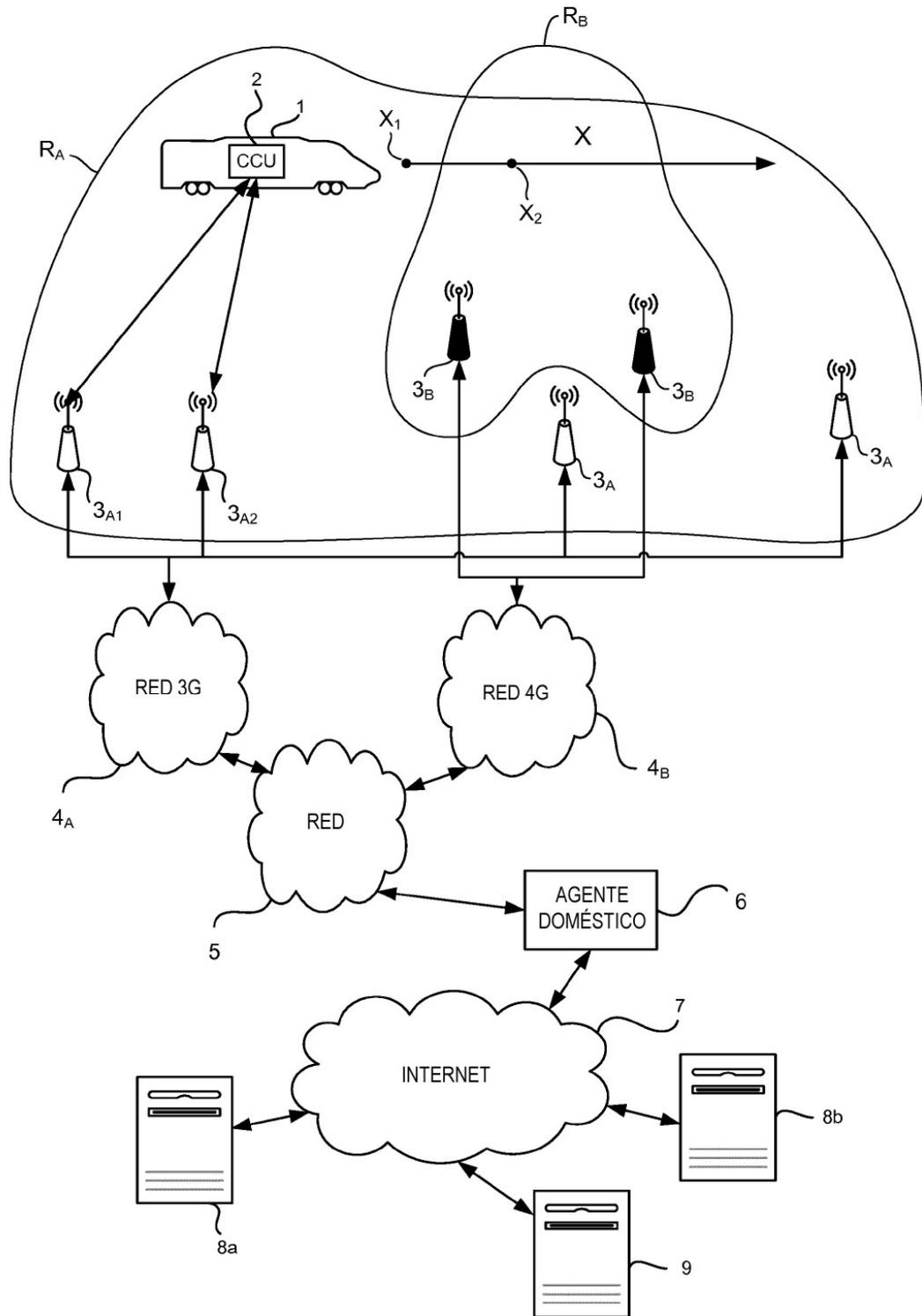


FIG. 1

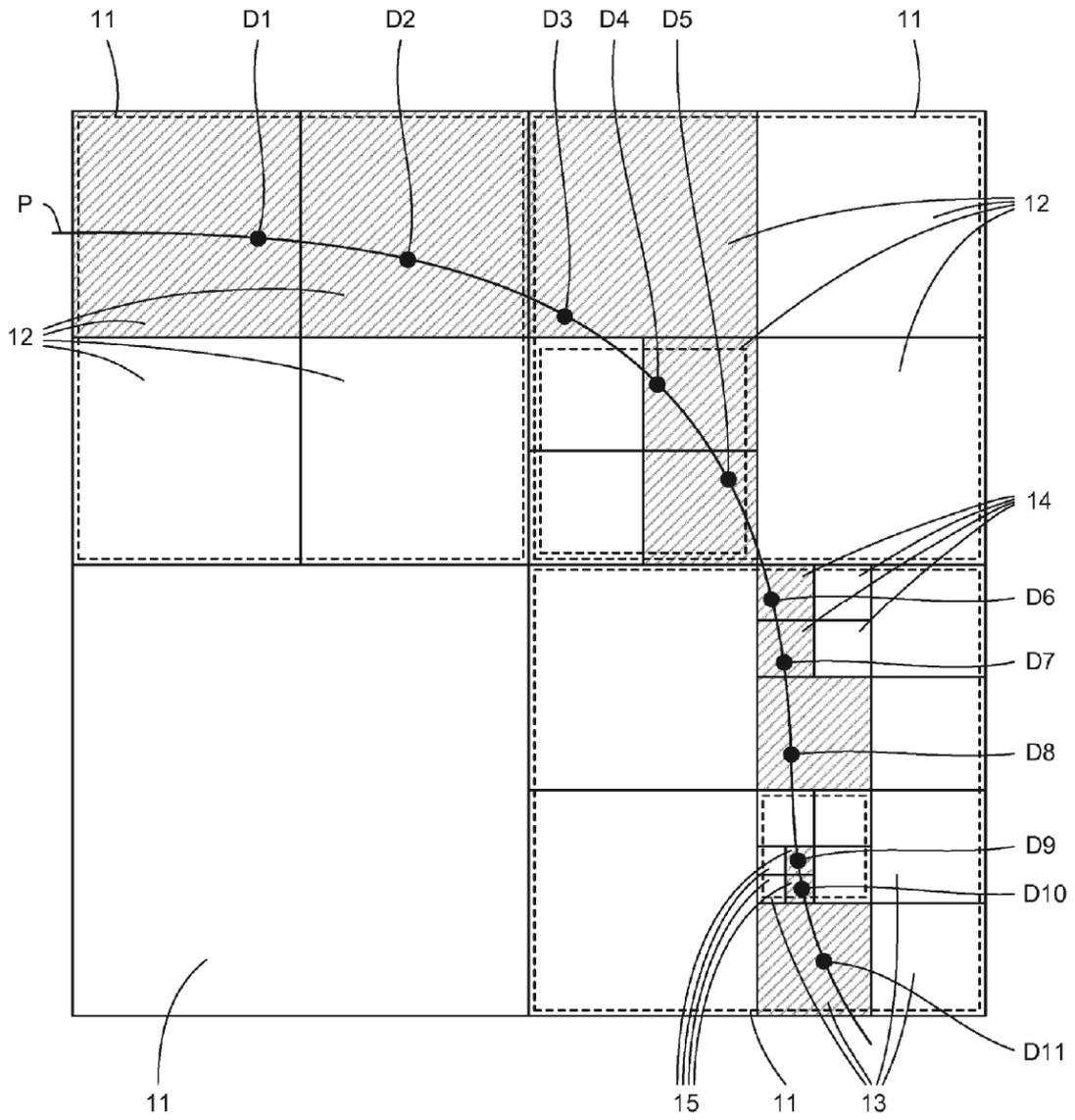


FIG. 2

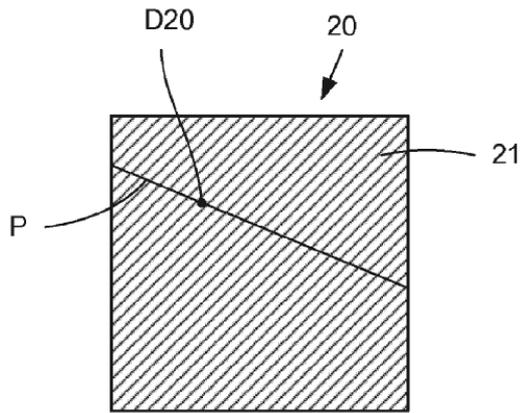


FIG. 3A

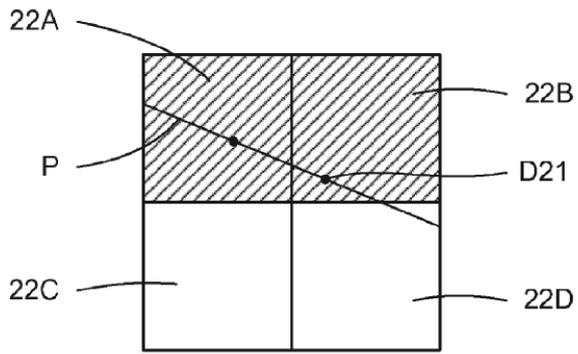


FIG. 3B

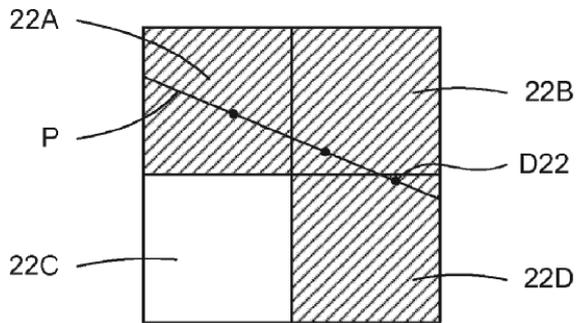


FIG. 3C

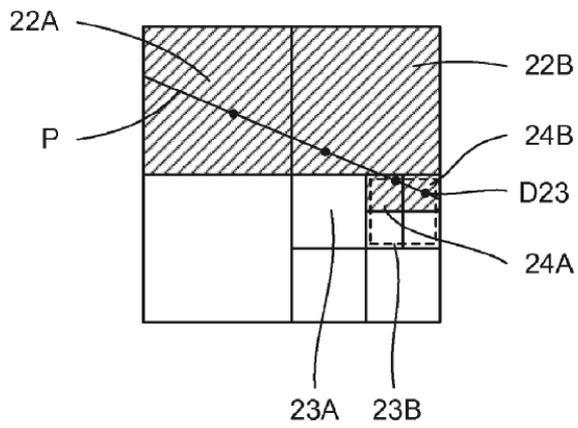


FIG. 3D

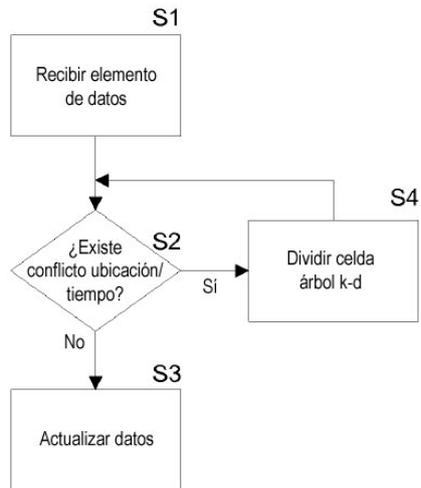
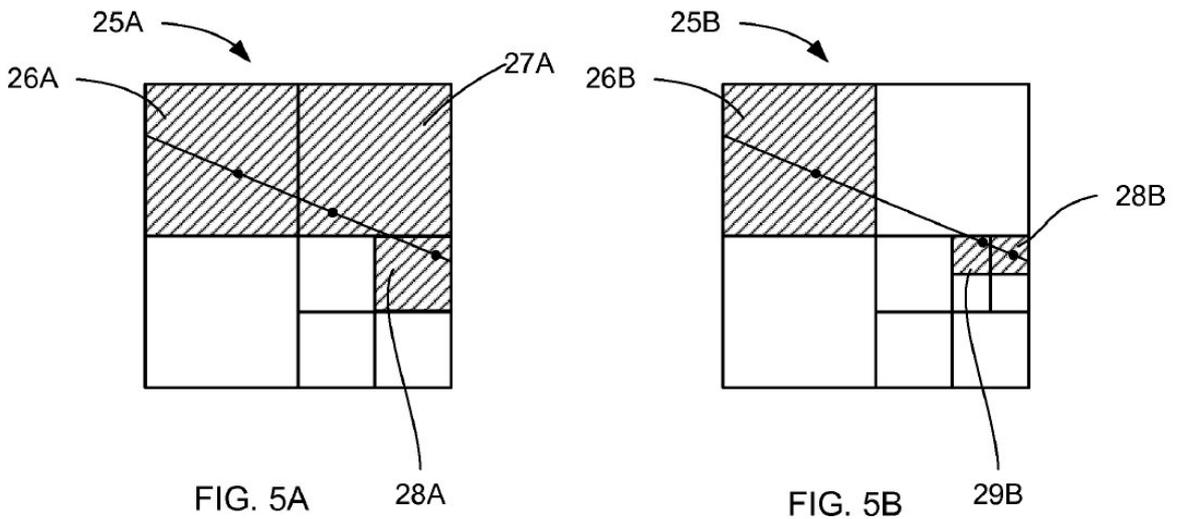


FIG. 4



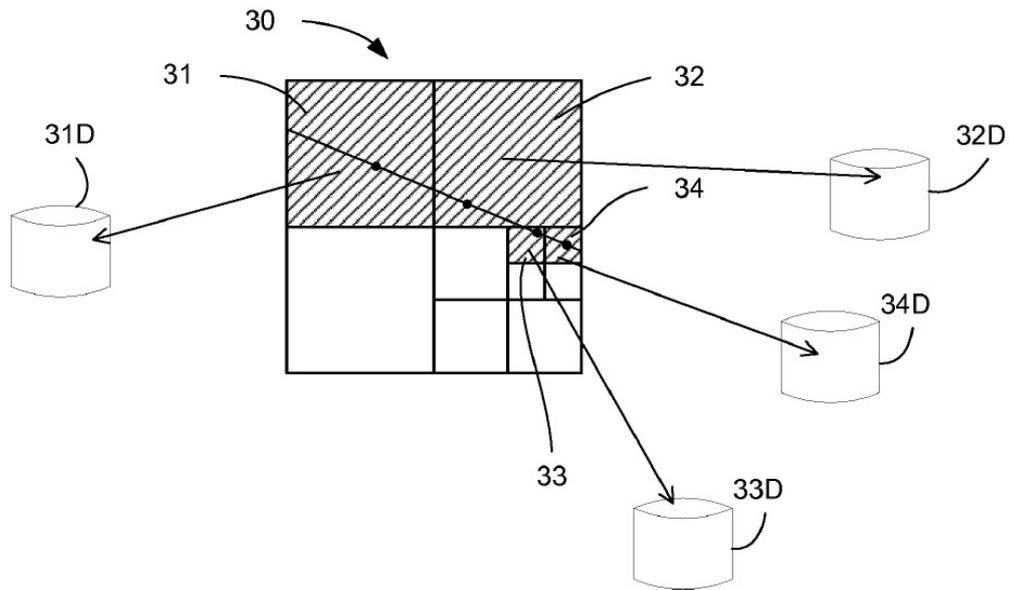


FIG. 6

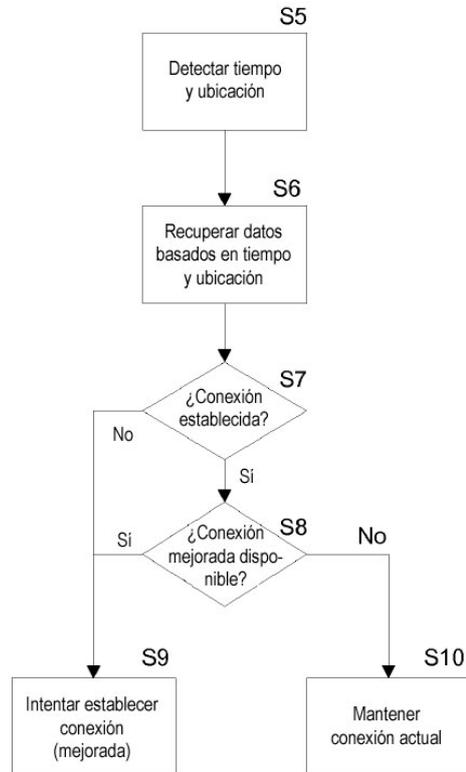


FIG. 7

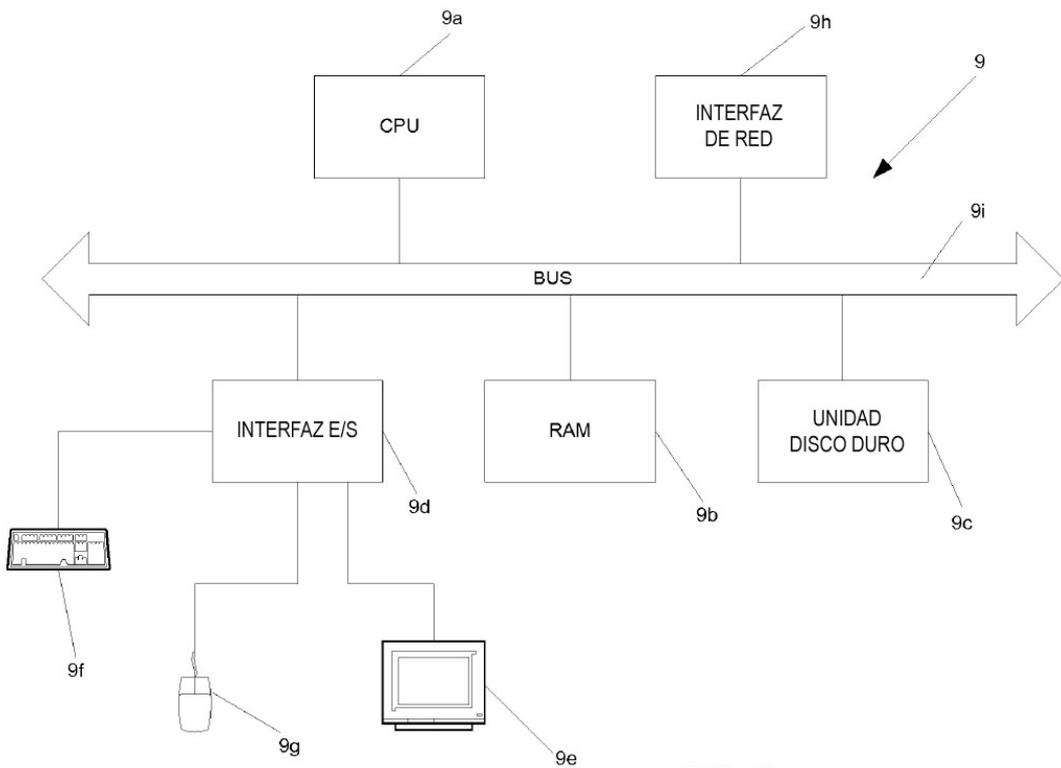


FIG. 8