

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 806 023**

51 Int. Cl.:

H04W 4/021 (2008.01)

H04L 29/08 (2006.01)

H04W 4/029 (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.08.2010 PCT/FI2010/050655**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.03.2011 WO11036338**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.08.2010 E 10818460 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.03.2020 EP 2481223**

54 Título: **Método y aparato para determinar de manera incremental el contexto de ubicación**

30 Prioridad:

23.09.2009 US 565573

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

16.02.2021

73 Titular/es:

**NOKIA TECHNOLOGIES OY (100.0%)
Karakaari 7
02610 Espoo, FI**

72 Inventor/es:

**MA, YIMING;
HANKINS, RICH y
RACZ, DAVID**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 806 023 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

Método y aparato para determinar de manera incremental el contexto de ubicación

5 **Antecedentes**

Proveedores de servicios (por ejemplo, inalámbricos, celulares, etc.) y fabricantes de dispositivos se ven continuamente retados para distribuir valor y comodidad a clientes, por ejemplo, proporcionando servicios de red atractivos. Una aplicación conocida es la entrega de servicios a un usuario de un dispositivo inalámbrico basándose en la ubicación del dispositivo, y muchos dispositivos móviles incluyen receptores de Sistema de Posicionamiento Global (GPS) que proporcionan la geolocalización del dispositivo a precisión de aproximadamente 30 metros. Aunque son adecuados para muchos fines, existen problemas al entregar servicios basándose en datos de GPS. Un problema es que el consumo de potencia es alto al monitorizar de manera continua el GPS en el dispositivo. Aún no es posible para la mayoría de los teléfonos móviles trazar continuamente un usuario durante más de un periodo relativamente corto (por ejemplo, 3 horas) sin carga. Un segundo problema es que el coste de almacenamiento para almacenar trazas de GPS es también alto. Un tercer problema es que aún no es eficaz y efectivo derivar un contexto para un usuario, por ejemplo, en o cerca de un punto habitual (tal como una cafetería, gimnasio, trabajo u hogar) basándose en la determinación de similitud de diferentes trazas de GPS. Es deseable derivar contexto, tal como "trabajo" o "almuerzo" o "recreación", para usarse para adaptar servicios de red. Sin embargo, las técnicas actuales para derivar contexto de ubicación de datos de geolocalización son intensas a nivel computacional y no escalan bien a miles de usuarios del servicio.

El documento US 2003/182394 se refiere a métodos y sistemas para proporcionar información a nivel de contexto y usar esta para mejorar la efectividad de las aplicaciones. El documento US 2003/182394 enseña un número de diferentes maneras de determinación de una ubicación del usuario que incluye sensores basados en ubicación.

El documento US 2009/037355 se refiere a un método y aparato para recomendación de contenido basado en contexto en un sitio web. Un vector de contexto que es un vector híbrido de términos y documentos con pesos en cada entrada que refleja con qué intensidad refleja el término o documento el contexto actual del usuario. Las entradas de vector que corresponden a los términos o frases introducidos o que se han hecho clic por un usuario usando un sitio web se incrementan a medida que un usuario navega en el sitio web. A medida que las entradas se mueven hacia el pasado estas entradas se decrementan o decaen.

35 **ALGUNAS REALIZACIONES DE EJEMPLO**

Por lo tanto, existe una necesidad de un enfoque para derivar o predecir contexto de ubicación para un usuario de un dispositivo móvil, o ambas, que escala bien a muchos usuarios, tal como determinación de manera incremental de contexto de ubicación.

40 De acuerdo con una realización, un método comprende recibir datos de señal que indican un conjunto de una o más fuentes de señal distintas a partir de las cuales se reciben señales en un dispositivo móvil para cada uno de una pluralidad de diferentes tiempos. El método comprende adicionalmente determinar si el dispositivo móvil está moviéndose fuera de un área especificada en un tiempo actual de la pluralidad de diferentes tiempos basándose en los datos de señal. El método comprende adicionalmente incrementar un contador para un estado estacionario asociado con el conjunto de una o más fuentes de señal distintas en el tiempo actual, si el dispositivo móvil se determina que no está moviéndose fuera del área especificada. El método también comprende entregar un servicio al dispositivo móvil basándose en el estado estacionario.

50 De acuerdo con otra realización, un medio de almacenamiento legible por ordenador que lleva una o más secuencias de una o más instrucciones que, cuando se ejecutan por uno o más procesadores, provocan que un aparato reciba datos de señal que indican un conjunto de una o más fuentes de señal distintas a partir de las cuales se reciben señales en un dispositivo móvil para cada uno de una pluralidad de diferentes tiempos. El aparato también se provoca que determine si el dispositivo móvil está moviéndose fuera de un área especificada en un tiempo actual de la pluralidad de diferentes tiempos basándose en los datos de señal. El aparato se provoca adicionalmente que incremente un contador para un estado estacionario asociado con el conjunto de una o más fuentes de señal distintas en el tiempo actual, si el dispositivo móvil se determina que no está moviéndose fuera del área especificada. El aparato también se provoca que entregue un servicio al dispositivo móvil basándose en el estado estacionario.

60 De acuerdo con otra realización, un aparato comprende medios para recibir datos de señal que indican un conjunto de una o más fuentes de señal distintas a partir de las cuales se reciben señales en un dispositivo móvil para cada uno de una pluralidad de diferentes tiempos. El aparato comprende adicionalmente medios para determinar si el dispositivo móvil está moviéndose fuera de un área especificada en un tiempo actual de la pluralidad de diferentes tiempos basándose en los datos de señal. El aparato comprende adicionalmente medios para incrementar un contador para un estado estacionario asociado con el conjunto de una o más fuentes de señal distintas en el tiempo actual, si el dispositivo móvil se determina que no está moviéndose fuera del área especificada. El aparato comprende adicionalmente medios para entregar un servicio al dispositivo móvil basándose en el estado estacionario.

De acuerdo con otra realización, un aparato que comprende al menos un procesador, y al menos una memoria que incluye código de programa informático, la al menos una memoria y el código de programa informático configurados para, con el al menos un procesador, provocar que el aparato reciba datos de señal que indican un conjunto de una o más fuentes de señal distintas a partir de las cuales se reciben señales en un dispositivo móvil para cada uno de una pluralidad de diferentes tiempos. El aparato también se provoca que determine si el dispositivo móvil está moviéndose fuera de un área especificada en un tiempo actual de la pluralidad de diferentes tiempos basándose en los datos de señal. El aparato también se provoca que incremente un contador para un estado estacionario asociado con el conjunto de una o más fuentes de señal distintas en el tiempo actual, si el dispositivo móvil se determina que no está moviéndose fuera del área especificada. El aparato también se provoca que inicie la entrega de un servicio al dispositivo móvil basándose en el estado estacionario.

De acuerdo con otra realización, un método comprende facilitar el acceso a, incluyendo unos derechos de acceso para, una interfaz de usuario configurada para recibir datos de señal que indican un conjunto de una o más fuentes de señal distintas a partir de las cuales se reciben señales en un dispositivo móvil para cada uno de una pluralidad de diferentes tiempos. El método comprende adicionalmente facilitar el acceso a, que incluye conceder derechos de acceso para, una interfaz de usuario que entrega un servicio al dispositivo móvil basándose en un estado estacionario asociado con un conjunto de una o más fuentes de señal distintas en un tiempo cuando se determina que el dispositivo móvil no se está moviendo fuera de un área especificada basándose en los datos de señal.

Aún otros aspectos, características y ventajas de la invención son fácilmente evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, simplemente ilustrando un número de realizaciones particulares e implementaciones, incluyendo el mejor modo contemplado para efectuar la invención. La invención también es capaz de otras y diferentes realizaciones, y sus varios detalles pueden modificarse en diversos aspectos obvios, todos sin alejarse del espíritu y alcance de la invención. Por consiguiente, se ha de considerar que los dibujos y la descripción tienen una naturaleza ilustrativa, y no restrictiva.

Breve descripción de los dibujos

Las realizaciones de la invención se ilustran a modo de ejemplo, y no a modo de limitación, en las figuras de los dibujos adjuntos:

- La Figura 1A es un diagrama de un sistema que puede determinar de manera incremental contexto de ubicación, de acuerdo con una realización;
- La Figura 1B es un diagrama de fuentes de señal distintas a partir de las cuales se reciben señales en un terminal móvil, de acuerdo con una realización;
- La Figura 2A es un diagrama de un flujo de datos de señal, de acuerdo con una realización;
- La Figura 2B es un diagrama de los componentes de un módulo de servicio de contexto de ubicación, de acuerdo con una realización;
- La Figura 2C es un diagrama de un registro de estado estacionario, de acuerdo con una realización;
- La Figura 2D es un diagrama de a registro de estado de transición, de acuerdo con una realización;
- La Figura 3 es un diagrama de flujo de un proceso para determinar de manera incremental contexto de ubicación, de acuerdo con una realización;
- La Figura 4 es un diagrama de flujo de un proceso para detectar movimiento para el proceso de la Figura 3, de acuerdo con una realización;
- La Figura 5 es un diagrama de flujo de un proceso para actualizar de manera incremental un estado estacionario para el proceso de la Figura 3, de acuerdo con una realización;
- La Figura 6A es un diagrama de flujo de un proceso para actualizar de manera incremental un estado de transición para el proceso de la Figura 3, de acuerdo con una realización;
- La Figura 6B es un diagrama de precedencia para múltiples características temporales, de acuerdo con una realización;
- La Figura 7A es un diagrama de flujo de un proceso para predecir el siguiente estado de transición para el proceso de la Figura 3, de acuerdo con una realización;
- La Figura 7B es un diagrama de una ruta Viterbi entre estados de transición más probables, de acuerdo con una realización;
- La Figura 8A es un diagrama de datos de contexto de ubicación en un proceso de cliente, de acuerdo con una realización;
- La Figura 8B es un diagrama de interfaz de contexto de ubicación en un proceso de servidor, de acuerdo con una realización;
- La Figura 9A y la Figura 9B son mapas de cobertura de transmisor para células de GSM y puntos de acceso WiFi, respectivamente, de acuerdo con algunas realizaciones;
- La Figura 10A es un gráfico de una relación de periodos en movimiento a periodos no en movimiento para un terminal móvil, de acuerdo con una realización;
- La Figura 10B es un gráfico de número de estados estacionarios para un terminal móvil acumulados de manera incremental con el tiempo, de acuerdo con una realización;
- La Figura 11A y la Figura 11B son gráficos de función de distribución acumulativa de estados estacionarios más

frecuentes para un terminal móvil acumulados de manera incremental a través del tiempo para células de GSM y puntos de acceso WiFi, respectivamente, de acuerdo con algunas realizaciones;

La Figura 12A y la Figura 12B son gráficos de tiempo para crear modelos de probabilidad de estados de transición en comparación con otros enfoques, para células de GSM y puntos de acceso WiFi, respectivamente, de acuerdo con algunas realizaciones;

La Figura 13A a la Figura 13D son gráficos de precisión de predicción para estados de transición en movimiento y no en movimiento para células GSM y puntos de acceso WiFi, respectivamente, de acuerdo con algunas realizaciones;

La Figura 14A y la Figura 14B son gráficos de número de predicciones realizadas para diferentes umbrales mínimos para probabilidad de ocurrencia de un estado estacionario (nombrado soporte mínimo), de acuerdo con algunas realizaciones;

La Figura 15 es un gráfico de tiempo promedio para realizar una predicción para terminales móviles en movimiento y no en movimiento para células GSM y puntos de acceso WiFi, de acuerdo con algunas realizaciones;

La Figura 16 es un diagrama de hardware que puede usarse para implementar una realización de la invención;

La Figura 17 es un diagrama de un conjunto de chips que puede usarse para implementar una realización de la invención; y

La Figura 18 es un diagrama de un terminal móvil (por ejemplo, microteléfono) que puede usarse para implementar una realización de la invención.

Descripción de algunas realizaciones

Se desvela un método y aparato para determinar de manera incremental el contexto de ubicación. En la siguiente descripción, para fines de explicación, se exponen numerosos detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión completa de las realizaciones de la invención. Es evidente, sin embargo, para un experto en la materia que las realizaciones de la invención pueden practicarse sin estos detalles específicos o con una disposición equivalente. En otros casos, estructuras bien conocidas y dispositivos se muestran en forma de diagrama de bloques para evitar la obstaculización innecesaria las realizaciones de la invención.

La Figura 1A es un diagrama de un sistema 100 que puede determinar de manera incremental contexto de ubicación, de acuerdo con una realización. Esta realización no requiere el consumo de potencia excesivo, almacenamiento, recursos informáticos o implicación de usuarios de enfoques de la técnica anterior.

Para tratar este problema, en lugar de predecir las geo-coordinadas exactas donde un usuario está a punto de ir, el sistema 100 de la Figura 1A introduce la capacidad para predecir el estado de ubicación hacia o desde el que probablemente transite el usuario. Como se usa en el presente documento, cada estado de ubicación para un usuario hace referencia a un conjunto de uno o más puntos/regiones de anclaje en el espacio, y el contexto se obtiene de estos puntos de anclaje o comentarios de usuario o comunicaciones cuando están asociadas con estos puntos de anclaje. La tarea de predicción da como resultado una secuencia de estados de ubicación previstos para una ventana de tiempo dada después de que se realiza una consulta. Resolviendo este problema de manera precisa y eficaz, se posibilita un conjunto de nuevos servicios basados en ubicación (LBS), que pueden recomendar información de manera inteligente a un usuario basándose en sus estados de ubicación actual y futuro.

En ciertas realizaciones, se proporciona una estructura de Adquisición de Ubicación-Estado Incremental (iLoc) para tratar el problema de predicción utilizando la información de sensor en un dispositivo móvil del usuario. iLoc aprende de manera incremental los estados de ubicación monitorizando constantemente el entorno de señal del dispositivo móvil. Los módulos de aprendizaje y predicción están estrechamente integrados en una única estructura. Como resultado, iLoc puede actualizar estados de ubicación de manera continua, y predecir de manera simultánea estados de ubicación futuros.

Como se muestra en la Figura 1A, el sistema 100 comprende equipo de usuario (UE) móvil 101 que tiene conectividad al anfitrión de servidor 130 y anfitrión de servidor 140 mediante una red de comunicación 105. A modo de ejemplo, la red de comunicación 105 del sistema 100 incluye una o más redes tal como una red de datos (no mostrada), una red inalámbrica (no mostrada), una red de telefonía (no mostrada) o cualquier combinación de las mismas. Se contempla que la red de datos puede ser cualquier red de área local (LAN), red de área metropolitana (MAN), red de área extensa (WAN), una red de datos pública (por ejemplo, la Internet), o cualquier otra red con conmutación de paquetes adecuada, tal como una red con conmutación de paquetes comercial y propietaria, por ejemplo, una red de cable o de fibra óptica propietaria. Además, la red inalámbrica puede ser, por ejemplo, una red celular y puede emplear diversas tecnologías que incluyen velocidades de datos mejoradas para la evolución global (EDGE), Servicio General de Paquetes de Radio (GPRS), Sistema Global para Comunicación Móvil (GSM), subsistema multimedia del protocolo de Internet (IMS), sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS), etc., así como cualquier otro medio inalámbrico adecuado, por ejemplo, acceso por microondas (WiMAX), redes de evolución a largo plazo (LTE), acceso múltiple por división de código (CDMA), acceso múltiple por división de código de banda ancha (WCDMA), fidelidad inalámbrica (WiFi), satélite, red ad-hoc móvil (MANET), y similares.

El UE 101 es cualquier tipo de terminal móvil o terminal portátil que incluye un microteléfono móvil, estación, unidad, tableta multimedia, nodo de Internet, comunicador, ordenador de sobremesa, ordenador portátil, Asistentes Digitales Personales (PDA), o cualquier combinación de los mismos. También se contempla que el UE 101 puede soportar

cualquier tipo de interfaz para el usuario (tal como circuitería "ponible", etc.). El UE 101 se comunica con la red 105 usando uno o más enlaces inalámbricos 107. Se describe un ejemplo terminal móvil en más detalle a continuación con referencia a la Figura 18. El anfitrión de servidor 130 o anfitrión de servidor 140 es cualquier terminal móvil o fijo; y cada uno se comunica con la red 105 a través de un enlace de red 103 que puede ser alámbrico o inalámbrico.

5 El UE móvil 101 incluye un proceso de cliente de contexto de ubicación 103 y el anfitrión de servidor 130 incluye un proceso de servicio de contexto de ubicación 132 para determinar el contexto de ubicación del UE 101. Este contexto de ubicación se proporciona a continuación a otras aplicaciones de red, tal como el proceso de servicio basado en ubicación 142 en el anfitrión de servidor 140. El servicio de contexto de ubicación 132 emplea una base de datos 134 con uno o más registros de estado de usuario 136, descritos en más detalle a continuación.

15 A modo de ejemplo, el UE 101 y el anfitrión 130 o el anfitrión 140 se comunican entre sí y otros componentes de la red de comunicación 105 usando protocolos bien conocidos, nuevos o aún en desarrollo. En este contexto, un protocolo incluye un conjunto de reglas que definen cómo interactúan entre sí los nodos de red dentro de la red de comunicación 105 basándose en información enviada a través de los enlaces de comunicación. Los protocolos son efectivos en diferentes capas de operación dentro de cada nodo, desde generar y recibir señales físicas de diversos tipos, hasta seleccionar un enlace para transferir esas señales, al formato de información indicado por esas señales, hasta identificar qué aplicación de software que se ejecuta en un sistema informático envía o recibe la información. Las conceptualmente diferentes capas de protocolos para intercambiar información a través de una red se describen en el Modelo de Referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI).

25 Comunicaciones entre los nodos de red habitualmente se ven afectadas por el intercambio de paquetes de datos discretos. Cada paquete normalmente comprende (1) información de encabezado asociada con un protocolo particular, e (2) información de carga útil que sigue la información de encabezado y contiene información que puede procesarse de manera independiente de ese protocolo particular. A menudo, los datos en la carga útil para el protocolo particular incluye un encabezado y carga útil para un protocolo diferente que se dice que está encapsulado en el protocolo de capa inferior.

30 Los procesos que se ejecutan en diversos dispositivos, tales como el UE 101 y el anfitrión de servidor 130 o el anfitrión de servidor 140, a menudo se comunican usando el modelo de cliente-servidor de las comunicaciones de red. El modelo de cliente-servidor de interacción de proceso informático se conoce y usa ampliamente. De acuerdo con el modelo de servidor de cliente, un proceso de cliente envía un mensaje que incluye una petición para un proceso de servidor, y el proceso de servidor responde proporcionando un servicio. El proceso de servidor también puede devolver un mensaje con una respuesta para el proceso de cliente. A menudo el proceso de cliente y proceso de servidor se ejecutan en diferentes dispositivos informáticos, llamados anfitriones, y se comunican a través de una red usando uno o más protocolos para comunicaciones de red. El término "servidor" se usa convencionalmente para referirse al proceso que proporciona el servicio, o el anfitrión en el que opera el proceso. De manera similar, el término "cliente" se usa convencionalmente para referirse al proceso que hace la petición, o el anfitrión en el que opera el proceso. Como se usa en el presente documento, los términos "cliente" y "servidor" se refieren a los procesos, en lugar de los anfitriones, a no ser que quede claro de otra manera a partir del contexto. Además, el proceso realizado por un servidor puede dividirse para ejecutarse como múltiples procesos en múltiples anfitriones (en ocasiones llamados niveles) por razones que incluyen fiabilidad, escalabilidad y redundancia, entre otros. Un proceso de cliente bien conocido disponible en la mayoría de nodos conectados a una red de comunicaciones es un cliente de Red Informática Mundial (llamado un "navegador web", o simplemente "navegador") que interactúa a través de mensajes formateados de acuerdo con el Protocolo de Transferencia de Hipertexto (HTTP) con cualquiera de un gran número de servidores llamados servidores de Red Informática Mundial (WWW) que proporcionan páginas web.

50 De acuerdo con la realización ilustrada, se deriva el contexto de ubicación para el UE 101, al menos en parte, de señales recibidas de distintas fuentes de señal, tales como señales que forman enlaces inalámbricos 107. Como se usa en el presente documento, la expresión transmisor inalámbrico estacionario hace referencia a cualquier transmisor inalámbrico usado para comunicaciones inalámbricas, que persiste en una ubicación para un periodo de tiempo extendido que es largo en comparación con el tiempo para determinar el contexto de ubicación de un terminal móvil, por ejemplo, persiste en una ubicación durante más de aproximadamente una semana. Aunque se describen diversas realizaciones con respecto a puntos de acceso de fidelidad inalámbrica (WiFi) y estaciones base de sistema global para comunicación móvil (GSM), se contempla que el enfoque descrito en el presente documento puede usarse con otros transmisores inalámbricos, tales como cualquiera de los transmisores usados para comunicaciones de red descritas con referencia a red de comunicaciones 105.

60 La Figura 1B es un diagrama de transmisores inalámbricos estacionarios desde los que se reciben señales de manera simultánea en un terminal móvil, de acuerdo con una realización. El terminal móvil 150 es un ejemplo del UE móvil 101. Se supone para fines de ilustración que el terminal móvil 150 es un teléfono celular que se comunica con estaciones base de GSM, e incluye una tarjeta de red WiFi que se comunica con cualesquiera puntos de acceso WiFi en alcance. Como se representa en la Figura 1B, el terminal móvil está en alcance de, y por lo tanto intercambia paquetes de datos con, tres estaciones base de GSM 160a, 160b, 160c (referenciadas de manera colectiva en lo sucesivo como estaciones base de GSM 160) de una red de teléfono celular. El terminal móvil también está en alcance de, y por lo tanto puede intercambiar paquetes de datos con, dos puntos de acceso WiFi 162a, 162b (referenciados

de manera colectiva en lo sucesivo como puntos de acceso WiFi 162) conectados a la Internet.

De acuerdo con una realización ilustrada, el cliente de contexto de ubicación 103 muestrea continuamente las huellas digitales de un terminal móvil del usuario 101. En cada intervalo de tiempo de muestreo fijado (por ejemplo, 30 segundos), muestrea las señales recibidas de todos los transmisores inalámbricos en alcance y envía datos que indican los transmisores de estas señales al servicio de contexto de ubicación 132. Por ejemplo, se muestrean dos huellas digitales/vectores de señal: los identificadores de célula de GSM; y los identificadores de punto de acceso WiFi, (por ejemplo, un identificador de conjunto de servicios (SSID) que es el nombre de una red de área local inalámbrica (WLAN)). Las huellas digitales de la señal se envían al servicio de contexto de ubicación 132 en un flujo de datos de señal de uno o más paquetes de datos.

La Figura 2A es un diagrama de un flujo de datos de señal 200, de acuerdo con una realización. El flujo de datos de señal 200 incluye un primer campo de tiempo 201a, y un primer campo de datos de señal 203a, seguido por un segundo campo de tiempo 201b y un segundo campo de datos de señal 203, seguido por campos posteriores indicados por la elipse 209. En algunas realizaciones, la información en el campo de tiempo 201a, 201b y otras indicadas por la elipse 209 (referenciados colectivamente en lo sucesivo como el campo de tiempo 201) se infieren del tiempo que en el que se reciben los datos; y el campo de tiempo 201 se omite del flujo de datos de señal 200. Cada campo de datos de señal 203a, 203b y otros indicados por la elipse 209 (referenciados colectivamente en lo sucesivo como campo de datos de señal 203) mantiene datos que indican identificadores para una o más fuentes de señal distintas en alcance para uno o más tipos (por ejemplo, WiFi o GSM) de comunicaciones inalámbricas. Por ejemplo, el campo de datos de señal 203 mantiene datos para estaciones base de GSM 160 y puntos de acceso WiFi desde los cuales se reciben señales de manera simultánea en el terminal móvil 150.

Cualquier método puede usarse para indicar los identificadores (ID) de transmisor inalámbrico en el campo de datos de señal 203. Por ejemplo, en algunas realizaciones, se incluye explícitamente el código para las letras y números de cada ID. En algunas realizaciones los identificadores son de longitud variable que se trocean a un número de bits de longitud fija. En algunas realizaciones, se define un vector binario con una posición de vector para cada transmisor inalámbrico encontrado, con tamaño de vector creciente con el tiempo. Un cero en una posición de vector indica que el correspondiente transmisor no está en alcance del UE 101 en un tiempo particular, mientras que un uno indica que está en alcance. En algunas realizaciones, el vector está incluido en el campo de datos de señal 203. En algunas realizaciones, una lista de las posiciones distintas de cero del vector se indican en el campo de datos de señal 203. El vector puede formarse en el cliente de contexto de ubicación 103 antes de la transmisión o mediante el servicio de contexto de ubicación 132 tras la recepción. En general, los contenidos de un único campo de datos de señal en el intervalo de tiempo i , es un conjunto representado por el vector v_i de uno o más identificadores de transmisor inalámbrico α , por ejemplo,

$$v_i = \alpha_{ik} \text{ para } k = 1, K_i,$$

donde K_i es el número de los ID de transmisor inalámbrico recibidos en el terminal móvil en el intervalo de tiempo i .

Mientras que terminal móvil 150 no se está moviendo de manera sustantiva, por ejemplo, no está en movimiento fuera de un área limitada o especificada de otra manera, los identificadores indicados por campos de datos de señal sucesivos 203 son similares (cambiando ligeramente, por ejemplo, si uno o más puntos de acceso WiFi se enciende o se apaga o el usuario se mueve a diferentes ubicaciones en un apartamento). Cuando terminal móvil 150 está en movimiento de manera sustantiva, sin embargo, los identificadores indicados por campos de datos de señal sucesivos 203 cambian más drásticamente y por lo tanto son menos similares. Cuando un terminal móvil no está en movimiento de manera frecuente con conjuntos similares de ID de transmisor, esos conjuntos similares definen un estado estacionario, por ejemplo, un área limitada donde el usuario del terminal móvil tiene una tendencia a permanecer. Se definen estados de transición mediante un intervalo de tiempo de transición fijado (instante), un estado estacionario inicial (estado desde) y un estado estacionario final (estado para); e incluye estados en los que los estados iniciales y finales son el mismo estado estacionario. Por lo tanto un estado estacionario que persiste durante el instante, que lo hace la mayoría de los estados estacionarios, es un miembro del conjunto de todos los posibles estados de transición. En algunas realizaciones, el intervalo de tiempo de transición (instante) es el mismo que el intervalo de tiempo de muestreo para determinar si un terminal móvil está en movimiento. En general, sin embargo, el instante (por ejemplo, aproximadamente 10 minutos) es más largo que el intervalo de tiempo de muestreo (por ejemplo, de 30 segundos a 2 minutos).

La Figura 2B es un diagrama de los componentes de un módulo de servicio de contexto de ubicación 220, de acuerdo con una realización. El módulo 220 es una realización del proceso de servicio de contexto de ubicación 132. Se contempla que las funciones de estos componentes pueden combinarse en uno o más componentes o realizarse mediante otros componentes de funcionalidad equivalente en los mismos o diferentes dispositivos, ordenadores o conjuntos de chips, que se incluyen en el anfitrión 130, el anfitrión 140 o el UE 101. En esta realización, el módulo de servicio de contexto de ubicación 220 incluye un módulo de anotación 221, un módulo de aprendizaje 222 y un módulo de predicción 228, así como una interfaz de programación de API de aplicación 240 para que otras aplicaciones soliciten y reciban los estados de ubicación actual y previsto de un dispositivo móvil. La salida del módulo de

aprendizaje 222 es un flujo de datos de señal con clasificación de movimiento 225 y una base de datos 230 de estados estacionarios y de transición. La salida del módulo de aprendizaje 222 se usa mediante el módulo de predicción de estado 228 para proporcionar estados actuales o previstos, o ambos, 229 a la aplicación externa API 240. Por lo tanto el módulo de servicio de contexto de ubicación 220 acepta entrada de usuario 210 y el flujo de datos de señal 200, y proporciona estados de ubicación actual y futuro 229 a una o más aplicaciones externas 242. Por ejemplo, el módulo de servicio de contexto de ubicación 220 determina que el usuario está actualmente en el trabajo pero está a punto de marchar a almorzar; y pasa esta información a una aplicación externa 242, como el servicio basado en ubicación 142, tal como un servicio de comercialización que proporciona cupones de restaurante a un usuario que va a comer en las cercanías de un restaurante abonado.

La entrada de usuario es cualquier entrada por el usuario que se pasa al servidor de contexto de ubicación, que incluye cualquier respuesta a solicitudes para identificar la ubicación actual del usuario, a cualquiera que el usuario haga o diga en el dispositivo móvil, que incluye aplicaciones abiertas y cerradas. Por ejemplo, en algunas realizaciones, cuando se identifica un estado estacionario primario, como se describe en más detalle a continuación, se solicita al usuario que etiquete la ubicación actual del usuario con una palabra o frase que puede usarse para etiquetar el estado estacionario asociado. En algunas realizaciones, los mensajes o llamadas de voz del usuario se monitorizan mientras que el usuario está en uno de los estados estacionarios principales, y se realiza minería en las palabras para derivar un contexto para el estado estacionario. Por ejemplo si el usuario dice repetitivamente o escribe texto que indica "hacer ejercicio", "aeróbicos", "ejercicio", etc., a continuación se deduce que el estado estacionario está asociado con un gimnasio.

El módulo de anotación 221 toma los datos de entrada de usuario 210 reenviados por el cliente de contexto de ubicación 103 y determina una notación, etiqueta o sello, o alguna combinación, para fijar a un estado estacionario o de transición determinado por el módulo de aprendizaje 222. El componente de anotación es responsable para conectar los estados etiquetados del usuario a los estados aprendidos. Por lo tanto, la información de estados de salida puede tener información más semántica fijada (por ejemplo, "en casa" o "en el trabajo"). En las realizaciones que usan un modo pasivo, un servidor puede escuchar el contenido enviado desde un dispositivo móvil (por ejemplo, micro blogs). Basándose en el contenido, puede derivarse la información de etiquetado de ubicación. En las realizaciones que usan un modo activo, se solicita al usuario o se interroga por información. Por ejemplo, estas realizaciones solicitan que el usuario confirme diferentes etiquetas de ubicación cuando el sistema cree que el usuario está en un estado estacionario de alguna importancia. El sistema únicamente necesita preguntar unas pocas preguntas al usuario, que hace el enfoque de interrogación muy factible y menos molesto para el usuario. En algunas realizaciones, se omite el módulo de anotación 221.

En algunas realizaciones, el flujo de datos de señal 200 incluye una geolocalización de GPS ocasional que puede usarse para determinar qué ubicación particular está asociada con el estado estacionario y proporciona adicionalmente contexto. Por ejemplo, puede determinarse una dirección de calle para el gimnasio en o cerca de la ubicación de GPS asociada con el estado estacionario etiquetado con la etiqueta de gimnasio. En algunas realizaciones, el módulo de servicio de contexto de ubicación envía una solicitud al cliente de contexto de ubicación 103 para capturar una posición de GPS y la incluye en el flujo de datos de señal, por ejemplo mientras que se determina el terminal móvil para que esté en un estado estacionario. Usando únicamente geo-localizaciones de GPS ocasionales, los recursos de potencia, memoria y computacionales del terminal móvil no están tan cargados de manera elevada como en enfoques anteriores que dependen de GPS para predecir ubicaciones de usuario futuras.

El módulo de aprendizaje 222 incluye un módulo de detección de movimiento 224, un módulo de aprendizaje de estado incremental 226 y una base de datos 230 con estructura de datos de estados estacionarios 232 para cada estructura de datos de estados de usuario y de transición 234 para cada usuario. Por lo tanto la base de datos 230 es una realización de base de datos 134, mientras que se implementan registros de estado de usuario 136 como estructura de datos de datos estacionarios 232 y estructura de datos de estados de transición 234. Las funciones proporcionadas por cada uno de estos módulos y estructuras de datos se describen en más detalle en los siguientes diagramas y diagramas de flujo.

La Figura 2C es un diagrama de un registro de estado estacionario 250, de acuerdo con una realización. El registro de estado estacionario 250 es un registro en la estructura de datos de estados estacionarios 232. El registro de estado estacionario 220 incluye el campo de ID/ETIQUETA/contexto de usuario 251, un campo de ID de estado 252, un campo de probabilidad 258, y uno o más campos que mantienen conjuntos de ID de transmisor, por ejemplo, primer conjunto de campo de ID de transmisor 254a, segundo conjunto de campo de ID de transmisor 254b y otros indicados por la elipse 259 (referenciados colectivamente en lo sucesivo como campos de conjunto de transmisor 254), y uno o más campos de contador, por ejemplo, primer campo de contador 256a, segundo campo de contador 256b y otros indicados por la elipse 259 (referenciados colectivamente en lo sucesivo como campos de contador 256).

El campo de ID/etiqueta/contexto de usuario 251 mantiene datos que indican el usuario (cada usuario se espera que tenga diferentes estados estacionario y de transición y patrones de cambio). En algunas realizaciones, el campo de ID/etiqueta/texto de usuario 251 incluye datos que indican una etiqueta proporcionada por el usuario, por ejemplo "trabajo", o contexto determinado por otros medios, por ejemplo, de análisis de mensajes o geolocalización de GPS.

El campo de ID de estado 252 mantiene datos que proporcionan un identificador único z para el estado estacionario, por ejemplo un índice en la estructura de datos de estados estacionarios o un número de secuencia que se reinicia para cada usuario o dispositivo móvil.

5 Cada campo de conjunto de transmisor 254, por ejemplo, campo de conjunto de transmisor 254a, mantiene datos que indican una o más fuentes de señal distintas, tales como ID de transmisor inalámbrico recibidos de manera simultánea en el terminal móvil del usuario, por ejemplo, el valor de un vector v_i recibido cuando el servicio determina que el terminal móvil no es. Cada campo de contador 256, por ejemplo, el campo de contador 256a, mantiene datos que indican el número de intervalos de muestra para los que se recibió simultáneamente ese conjunto de ID de transmisor particular. Un conjunto diferente pero similar de ID de transmisor determinados para corresponder al mismo estado estacionario se incluye en un campo de conjunto de transmisor diferente 254, por ejemplo, el campo de conjunto de transmisor 254b, con su correspondiente campo de contador, por ejemplo, 256b.

15 Los transmisores inalámbricos indicados pueden ser transmisores estacionarios o no estacionarios. Usar un transmisor no estacionario (por ejemplo, Bluetooth) implica una etapa para ubicar estos transmisores. En algunas realizaciones, se usan estados estacionarios minados de transmisores estacionarios (por ejemplo, GSM, WiFi) para particionar los transmisores no estacionarios (por ejemplo, Bluetooth u otras redes ad-hoc). A partir de estas particiones, pueden identificarse transmisores no estacionarios que tienen buena detección de ubicación (por ejemplo, siempre aparecen cuando un usuario está en el estado de oficina) o contexto (por ejemplo, en un automóvil particular). Después de esta etapa, se usan los transmisores no estacionarios ubicados en algunas realizaciones para el fin de determinación de estados estacionarios o estados de transición o contextos asociados o alguna combinación.

25 Como se describe en más detalle a continuación, se realiza una determinación si dos conjuntos diferentes de fuentes de señal distintas (por ejemplo, los ID de transmisor) son similares; y, en algunas realizaciones, esta determinación se realiza basándose en la probabilidad posterior (probabilidad basándose en historial pasado) de hallazgo de un ID de transmisor particular dado un estado estacionario particular. La probabilidad se representa mediante los símbolos $P(ID/z)$. Este valor puede determinarse ordenando los ID de transmisor en los campos 254 y añadiendo los contadores para cada conjunto en los que aparece el ID y dividiendo entre la suma de los contadores en los campos de contador 256. Por lo tanto un ID que aparece en cada conjunto tendrá una probabilidad del 100 %, mientras que un ID que aparece en unos pocos conjuntos tendrá una probabilidad menor. En algunas realizaciones, la probabilidad para cada ID de transmisor en el estado estacionario se actualiza cuando se actualiza el registro de estado estacionario 250, y el valor actualizado se almacena en el campo de probabilidad 258.

35 La Figura 2D es un diagrama de un registro de estado estacionario 260, de acuerdo con una realización. El registro de estado de transición 260 es un registro en la estructura de datos de estados de transición 234. El registro de estado de transición 260 incluye el campo de ID usuario 261, un campo de ID de estado desde 262, un campo de ID de estado para 264, y un campo de estado anterior y contador 270. El registro 260 también incluye uno o más campos de contexto de tiempo, por ejemplo, campo de contexto de tiempo 266a, campo 266b y otros indicados por elipse 269 (referenciados colectivamente en lo sucesivo como campos de contexto de tiempo 266). El registro 260 también incluye uno o más campos de duración media, por ejemplo, el campo de duración media 267a, campo 266b y otros indicados por la elipse 269 (referenciados colectivamente en lo sucesivo como campos de duración media 267), y uno o más campos de desviación típica (STD) de duración, por ejemplo, campo de duración de STD 268a, campo 268b y otros indicados por la elipse 269 (referenciados colectivamente en lo sucesivo como campos de duración de STD 268).

45 El campo de ID de usuario 261 mantiene datos que indican el usuario (cada usuario se espera que tenga diferentes estados estacionario y de transición y patrones de cambio). El campo de ID de estado desde 262 mantiene datos que indican el identificador único z_1 para el estado estacionario en el comienzo del instante de tiempo. El campo de ID de estado para 264 mantiene datos que indican el identificador único z_2 para el estado estacionario al final del instante de tiempo.

50 Cada campo de contexto de tiempo 266, por ejemplo, campo de contexto de tiempo 266a, mantiene datos que indican una característica temporal, tal como un fin de semana o día laboral, mañana o tarde o noche, asociado con el comienzo del instante de tiempo. Pueden definirse varias características temporales. Una característica temporal tiene un número fijo de valores de dominio, que representan algunos conceptos de tiempo semántico. Por ejemplo, una característica puede tener {mañana o tarde o noche} como sus valores de dominio. En la Tabla 1, un conjunto de características temporales de ejemplo se enumeran que se usan en una realización de ejemplo. Cada característica temporal tiene un ID único; cada valor de una característica también tiene un ID único que sirve como un rango en el que se acumulan datos. En la realización ilustrada, para fines de ilustración, se definen características muy generales. Se anticipa que pueden añadirse fácilmente características más específicas de dominio en otras realizaciones.

60

Tabla 1. Características temporales de ejemplo

ID de característica temporal	ID de valor de rango	Valor temporal
TF1	B1	Mañana
	B2	Tarde
	B3	Noche
TF2	B4	Fin de semana
	B5	No fin de semana
TF3	B6	Mañana de fin de semana
	B7	Tarde de fin de semana
	B8	Noche de fin de semana
TF4	B9	Vacaciones
	B10	No vacaciones

- 5 Cada campo de duración media 267, por ejemplo, el campo de duración media 267a, mantiene datos que indican duración media en un estado de transición. Cualquier método puede usarse para indicar la duración media. En algunas realizaciones, el campo de duración media incluye un contador de cuántas ocurrencias de la transición en el contexto de tiempo actual se observan de modo que la duración puede actualizarse descontinuo la última duración de transición observada por su contribución relativa al contador global. Cada campo de duración de STD 268, por ejemplo, campo de duración de STD 268a, mantiene datos que indican una desviación típica de duraciones para conseguir un estado de transición. Cualquier método puede usarse para indicar la duración de STD. En algunas realizaciones que
- 10 mantienen el número de observaciones de duración en el campo de duración media 267, el campo de duración de STD 268 indica una suma de duraciones cuadradas, que pueden actualizarse con cada nueva duración cuadrada. La desviación típica puede calcularse de la suma de las duraciones cuadradas junto con el número de observaciones y valor medio, los dos últimos indicados en el campo de duración media 267.
- 15 Puede observarse un estado de transición particular en diferentes tiempos y por lo tanto puede asociarse con más de un contexto de tiempo. Por lo tanto, en algunas realizaciones se incluye un valor de característica temporal diferente en un campo de contexto de tiempo diferente, por ejemplo, el campo 266b, con su correspondiente campo de duración media, por ejemplo, 267b, y el campo de duración de STD 268b.
- 20 Como se describe en más detalle a continuación, se realiza una determinación de la probabilidad de un estado de transición diferente dado un estado de transición actual y distribuciones previas de cambios entre estados de transición. Por lo tanto, en algunas realizaciones, el registro de estado de transición 260 incluye el campo de estado y contador anterior 270. El campo de estado y contador anterior 270 mantiene datos que indican el estado de transición (por ejemplo, *za* a *zb*) observados justo antes del estado de transición (*z1* a *z2*) indicado por los campos 262 y 264.
- 25 El campo de estado y contador anterior 270 también incluye datos que indican cuantos tiempos observó el estado anterior (por ejemplo, *za* a *zb*) justo antes del estado de transición actual. Estos datos de cada registro de estado de transición pueden usarse para determinar la probabilidad posterior de distribuciones entre diferentes estados de transición. Esos datos pueden adaptarse con un modelo matemático en algunas realizaciones, tales como una adaptación multinomial, bien conocidas en la técnica.
- 30 Aunque se muestran registros anteriormente como bloques contiguos de datos con campos particulares en un orden particular para fines de ilustración, en otras realizaciones uno o más campos o registros o porciones de los mismos pueden estar dispuestos en el mismo o diferente orden en la misma o diferentes porciones de una base de datos en uno o más nodos de red.
- 35 La Figura 3 es un diagrama de flujo de un proceso para determinar de manera incremental contexto de ubicación, de acuerdo con una realización. En una realización, el módulo de servicio de contexto de ubicación 220 realiza el proceso 300 y se implementa en, por ejemplo, un conjunto de chips que incluye un procesador y una memoria como se muestra en la Figura 17, un terminal móvil mostrado en la Figura 18 u ordenador de fin general mostrado en la Figura 16.
- 40 Aunque se muestran etapas particulares en la Figura 3 y diagramas de flujo posteriores (Figura 4, Figura 5, Figura 6A y Figura 7A) en un orden particular para fines de ilustración, en otras realizaciones una o más etapas se omiten o realizan en un orden diferente o solapando en tiempo, en serie o en paralelo, o se añaden etapas adicionales, o se cambia el proceso en alguna combinación de maneras.
- 45 En la etapa 301, se reciben datos actuales en el flujo de datos de señal. Por ejemplo, los datos de señal 203b en el flujo de datos de señal 200 se reciben desde el terminal móvil 150 de un usuario particular. En la etapa 303, el terminal móvil del usuario se clasifica como en movimiento o no en movimiento en el tiempo actual. En una realización ilustrada,

se realiza la etapa 303 basándose en la determinación de similitud de los ID de transmisor en el tiempo actual y uno anterior, como se describe en más detalle a continuación con referencia a la Figura 4. En algunas realizaciones, se realizan las etapas 301 y 303 mediante el módulo de detección de movimiento 224 del módulo de aprendizaje 222.

5 En la etapa 305 se determina, si el terminal móvil se está moviendo actualmente, basándose en la clasificación realizada en la etapa 303. Si no, a continuación en la etapa 307, se actualiza un registro de estado estacionario. En una realización ilustrada, se realiza la etapa 307 basándose en la probabilidad posterior de hallazgo del ID de transmisor en un estado particular, como se describe en más detalle a continuación con referencia a la Figura 5. Después de que se actualiza el estado estacionario, o si se determina en la etapa 305 que el terminal móvil del usuario se está moviendo actualmente, a continuación en la etapa 309 se actualizan datos para un estado de transición del usuario. En una realización ilustrada, se realiza la etapa 309 basándose en la probabilidad posterior de una duración de estado de transición para una característica temporal dada, como se describe en más detalle a continuación con referencia a la Figura 6A. En algunas realizaciones, se realizan la etapa 305 y la etapa 307 y la etapa 309 mediante el módulo de aprendizaje de estado incremental 226.

15 En la etapa 311, se determina si hay suficientes datos históricos recopilados para realizar predicciones de estados de transición futuros. Por ejemplo, en algunas realizaciones, se esperan diferentes movimientos en diferentes días de la semana, o al menos entre fines de semana y no fines de semana, de modo que los datos durante una porción significativa de una semana, tal como aproximadamente de tres días a cinco días, se consideran suficientes para realizar predicciones. En otras realizaciones, son suficientes otras duraciones. Por ejemplo, para trabajadores de emergencia o militares puede considerarse suficiente un día para realizar predicciones. La etapa 311 incluye la determinación de si hay algún deseo para predecir estados futuros, por ejemplo, debido a que una aplicación externa 242 ha solicitado una predicción de un cierto tiempo de consulta. Si no hay solicitud desde cualquier aplicación externa para predicción de un estado futuro, a continuación, en algunas realizaciones, la etapa 311 determina que no hay suficientes datos para una predicción.

20 Si los datos no son suficientes para realizar predicciones, a continuación en la etapa 313 se entrega un servicio a un usuario basándose en el estado de transición o estado estacionario actual o más reciente. Por ejemplo, una aplicación externa 242 consulta el servicio de contexto de ubicación 220 a través de la API de aplicación 240 para el estado estacionario más reciente, o el estado de transición que está basado en el estado estacionario más reciente, y entrega un cupón al terminal móvil del usuario basándose en ese estado.

30 Si hay suficientes datos para realizar predicciones, a continuación en la etapa 315 se realizan cero o más predicciones de estados de transición futuros, que incluyen cualesquiera estados de transición que mantienen el mismo estado estacionario.

35 En una realización ilustrada, se realiza la etapa 315 determinando el estado de transición más probable en un tiempo futuro basándose en la probabilidad posterior de uno o más estados de transición que cambian a un estado de transición diferente durante un instante, como se describe en más detalle a continuación con referencia a la Figura 7A. En algunas realizaciones, se realizan la etapa 311 y la etapa 315 mediante el módulo de predicción de estado 228.

Si se determina en la etapa 317 que se satisfacen condiciones para finalizar la determinación de estados actual y futuro, el proceso 300 finaliza. De lo contrario el proceso continúa en la etapa 301.

45 La Figura 4 es un diagrama de flujo de un proceso para detectar movimiento para la etapa 303 del proceso 300 de la Figura 3, de acuerdo con una realización. El proceso 400 se refiere a detectar si el terminal móvil parece que está en movimiento, mientras se tiene en cuenta la posibilidad de que la población de transmisores pueden cambiar en cierto modo incluso cuando un terminal móvil está estacionario. La idea básica es que si el terminal no está mucho en movimiento, las correspondientes huellas digitales de señal deben permanecer relativamente similares entre sí. El flujo de datos de señal se particiona en un conjunto deslizante de ventanas de tiempo de longitud fija (por ejemplo, 10 minutos) finalizando en el tiempo actual. Se determinan las dos ventanas de tiempo más recientes para un flujo de datos de señal de entrada. Se evalúa una función de similitud M definida a través del intervalo $[0, 1]$ en estas dos ventanas. A continuación se crea un clasificador imponiendo un valor umbral de movimiento T_M en el resultado de la función de similitud.

50 En la etapa 401, se define una ventana actual de uno o más campos de datos de señal contiguos 203 del flujo de datos de señal 200 que finaliza en el tiempo actual. En la etapa 403 se define una ventana anterior que tiene el mismo número de campos de datos de señal contiguos, pero finalizando en un tiempo más anterior que el tiempo actual. Cada ventana por lo tanto tiene w campos de datos de señal. En algunas realizaciones, las dos ventanas solapan e incluyen algunos campos de datos de señal en ambas ventanas. En una realización ilustrada, la ventana anterior definida en la etapa 403 finaliza en el último campo de datos de señal antes de la primera señal campo de datos de la ventana actual definida en la etapa 401. En algunas realizaciones, cada ventana incluye únicamente un campo de datos de señal.

65 En la etapa 405 se determina una medida de similitud para los campos de datos de señal 203 en las dos ventanas. Puede usarse cualquier medida de similitud. En una realización ilustrada que usa flujos de GSM y WiFi, la función de

similitud se define usando similitud de coseno, comúnmente usada por muchos sistemas de recuperación de información. Para las dos ventanas de tiempo, las observaciones se agrupan en 2 vectores v_1 y v_2 , respectivamente. Donde i es un índice para el tiempo de muestra actual, la señal de ventana actual $v_1 = v_i, v_{i-1}, \dots, v_{i-w}$; y la señal de ventana anterior $v_2 = v_{i-w-1}, v_{i-w-2} \dots v_{i-2w}$. La similitud de coseno puede a continuación definirse por la ecuación 1.

$$M = v_1 \cdot v_2 / (|v_1| \times |v_2|) \quad (1)$$

En la etapa 407, la similitud de las dos ventanas se compara a un umbral de movimiento τ_M . Si la similitud es mayor que el umbral, a continuación en la etapa 411 el clasificador determina que el terminal móvil no está en movimiento. De otra manera, en la etapa 409 el clasificador determina que el terminal móvil está en movimiento. Después de la clasificación, el proceso finaliza; y el control pasa a la etapa 305 del proceso 300.

La Figura 5 es un diagrama de flujo de un proceso 500 para actualizar de manera incremental un estado estacionario en la etapa 307 para el proceso de la Figura 3, de acuerdo con una realización. En el inicio del proceso 500 se proporciona un vector actual v_i de los ID de transmisor inalámbrico para actualizar un estado estacionario. Cuando se recibe el primer vector de los ID de transmisor inalámbrico, no hay estados estacionarios; es decir, el conjunto Z de estados estacionarios está vacío. El conjunto crece a medida que se aprenden los estados estacionarios de manera incremental con el tiempo.

En la etapa 501, se determina si hay otro estado estacionario para comparar al vector actual v_i . Si no, a continuación en la etapa 503, se añade un nuevo estado estacionario basándose en el vector v_i a la estructura de datos de datos estacionarios, por ejemplo, como un nuevo registro de estado estacionario 250. Por ejemplo, el primer vector v_i cuando el terminal móvil no está en movimiento se añade como el primer campo en el primer registro de estado estacionario 250. Un ID de estado estacionario z se forma y almacena en el campo 252, los ID de transmisor inalámbrico en v_i se almacenan en el campo 254a, y se almacena un contador de 1 almacenado en el campo 256a. El campo de probabilidad 258 se actualiza para una probabilidad del 100 % de hallazgo de cada ID de transmisor en v_i , dado el estado estacionario z . El proceso de actualización está a continuación completado; y el control pasa a la etapa 309 en la Figura 3 para actualizar un estado de transición.

Si existe otro estado estacionario, a continuación en la etapa 505 se recupera el registro de estado estacionario para ese estado estacionario z . En la etapa 507 se determina la probabilidad $P(z|v_i)$ de que el siguiente estado estacionario sea el estado estacionario dado el vector actual v_i de los ID de transmisor.

En la etapa 509, se determina si esa probabilidad $P(z|v_i)$ es mayor que un umbral de agrupación τ_C . En caso afirmativo, a continuación en la etapa 511, se actualiza el registro de estado estacionario, es decir, se añade el vector actual a la agrupación de conjuntos de ID de transmisor asociados con el estado estacionario. En una realización de ejemplo, el umbral de agrupación es de una probabilidad del 10 %. Por lo tanto, en esta realización, una probabilidad del estado actual z dado el vector actual v_i mayor que el 10 % provoca que el estado actual se actualice para incluir el conjunto de ID de transmisor en el vector v_i .

En la etapa 511 se actualiza el registro de estado estacionario. Por ejemplo, el vector v_i se hace coincidir a uno de los conjuntos de los ID de transmisor en el campo de conjunto de transmisor 254. Si se halla una coincidencia exacta, a continuación se incrementa al contador asociado. Si no, a continuación se añade un nuevo campo de conjunto de transmisor 254 al registro con el conjunto exacto de ID de transmisor en el vector v_i , y su campo de contador asociado se establece para indicar 1. En algunas realizaciones, el campo de probabilidad 258 se actualiza también para indicar los nuevos valores para $P(ID|z)$. El proceso de actualización a continuación finaliza, y el control pasa a la etapa 307.

Si se determina en la etapa 509 que la probabilidad $P(z|v_i)$ no es mayor que el umbral τ_C , a continuación el control pasa de vuelta a la etapa 501, anteriormente descrita, para determinar si hay otro registro de estado estacionario ya en la base de datos.

En una realización ilustrada, en la etapa 507, se estima la probabilidad $P(z|v_i)$ basándose en las probabilidades individuales de cada ID de transmisor de v_i dado el estado estacionario, como se halla en el campo 258 del registro de estado estacionario. Esencialmente, en la etapa 507 el módulo de aprendizaje de estado incremental 226 calcula la distribución posterior de $P(z|v_i)$. Cada entrada puede descomponerse en un conjunto de pares de valores característicos, también denominados pares atributo-valor. Por ejemplo, una entrada de señal de WiFi en el tiempo t_i puede tener un conjunto de K_i ID de WiFi representado como IDK , $k= 1$ a K_i y puede tratarse como una característica binaria. La distribución posterior puede estimarse como se proporciona por la ecuación 2.

$$P(z|v_i) = P(z) \times \prod_{k=1}^{K_i} P(IDk|z) / (\sum_{j=1}^Z P(z_j) \times \prod_{k=1}^{K_i} P(IDk|z_j)) \quad (2)$$

donde Z es el número de estados estacionarios en el conjunto Z . La suposición independiente condicional de que $P(v_i|z) = \prod_{k=1}^{K_i} P(IDk|z)$ es similar a la condición Naive Bayes (NB). Es razonable una suposición puesto que las características de sensor (por ejemplo, SSID de WiFi), muy a menudo, están instaladas de manera independiente.

Esta suposición se cumple cuando cada $P(IDK|z)$ no es igual a cero; de lo contrario la probabilidad de la probabilidad para el vector de entrada $Pr(v_i|z)$ se vuelve 0. Esto se maneja usando dos consideraciones diferentes. En un primer escenario, si se pierde una porción grande (por ejemplo, el 70 %) de los ID de transmisor es un vector de entrada v_i de una agrupación z , a continuación la probabilidad de la probabilidad para esa agrupación $P(z|v_i)$ se vuelve 0. En el segundo escenario, únicamente se pierde una pequeña porción de los términos en el vector de entrada, dado un estado estacionario z . Cada uno de los términos perdidos IDK se asigna con una probabilidad pequeña. De esta manera, la probabilidad global seguirá siendo distinta de cero. En experimentos, descritos en más detalle a continuación, cada IDK perdido se asigna un valor igual a una recíproca del tamaño de entradas de flujo observadas hasta ahora.

Por lo tanto, en la realización ilustrada, para evaluar la ecuación 2, en la etapa 521, se obtiene el siguiente IDK en v_i . En la etapa 523, se determina si el $P(IDK|z) = 0$, por ejemplo, puesto que ese ID de transmisor inalámbrico particular no se ha observado antes en el estado actual z . En caso afirmativo, a continuación en la etapa 525 se asigna un valor distinto de cero pequeño al $P(IDK|z)$, por ejemplo, el recíproco del tamaño del flujo de datos de señal hasta el tiempo actual. En la etapa 527, se determina si v_i incluye menos del 70 % de los ID de transmisor ya detectados en el estado estacionario z . En caso afirmativo, a continuación el control pasa a la etapa 531 para establecer el valor de $P(z|v_i) = 0$, para asegurar que no se actualiza el registro para el estado estacionario actual z . Si se determina que $P(IDK|z)$ no es igual a cero en la etapa 523, o que v_i incluye el 70 % o más de los ID de transmisor en z , a continuación el control pasa a la etapa 529 para determinar si hay otro IDK en v_i . En caso afirmativo, el control pasa de vuelta a la etapa 521 para obtener el siguiente IDK en v_i . De lo contrario $P(IDK|z)$ es distinto de cero para todo $k = 1$ a K_i , y puede evaluarse la ecuación 2. En la etapa 533 se determina $P(z|v_i)$ usando la ecuación 2, que es una función de $P(s')$ para $k = 1$ a K_i .

La Figura 6A es un diagrama de flujo de un proceso 600 para actualizar de manera incremental un estado de transición para la etapa 309 del proceso de la Figura 3, de acuerdo con una realización. Los estados de transición proporcionan las capacidades para realizar predicción temporal, de manera que dadas las observaciones pasadas de estados de transición, pueden predecirse los estados de transición futuros. Hay dos tipos de transiciones: auto-transición; y la transición de dos estados estacionarios diferentes. En un modelo transicional, el espacio de estado de transición S incluye todos los pares posibles de estados estacionarios (es decir, $S = \{(z_a - z_b) \text{ para } a, b = 1, Z\}$). El proceso se inicia evaluando el significado del último estado estacionario conocido z . La probabilidad $P(z)$ también es conocida como soporte para el estado estacionario. Si el soporte del estado estacionario es mayor que un soporte mínimo predefinido, se considera como significativo. Se evalúan diferentes ajustes de soporte mínimo en las realizaciones descritas. Se supone para fines de ilustración que el soporte mínimo es 1 %. Si el estado estacionario es significativo (por ejemplo, tiene una probabilidad mayor que el soporte mínimo), y si el sujeto está en movimiento, en el punto de registro el destino no es conocido aún. La información del estado desde y la información de contexto tiempo se almacena en caché. Una vez que el sujeto alcanza un estado estacionario, si el estado desde almacenado en caché no está vacío, se actualiza una transición que implica diferentes estados estacionarios. De otra manera, se actualiza una auto-transición.

Dada la información de tiempo y transicional, las probabilidades del siguiente estado de transición dado el estado de transición anterior, $P(s_{i+1}|s_i)$, se actualizan usando las características temporales y observaciones pasadas de acuerdo con la ecuación 3.

$$P(s_{i+1}|s_i) = P(s_{i+1}|s_i, \gamma, \beta_1 \dots \beta_B) \quad (3)$$

donde γ representa la duración de tiempo para permanecer en s_i . Se obtiene un conjunto de B características temporales ($\beta_1 \dots \beta_B$). Los pares de característica-valor temporal no se permite que incluyan entre sí, como se describe en más detalle a continuación con referencia a un gráfico de precedencia; y por lo tanto, puede suponerse que son condicionalmente independientes.

Para permitir la suposición de la independencia condicional, las dependencias se retiran usando un gráfico de precedencia. Dada una instancia de tiempo t_i , es posible tener múltiples pares de característica-valor temporal coincidentes. Es deseable seleccionar únicamente aquellas que son discriminativas o importantes. El gráfico de precedencia codifica las relaciones de importancia. El gráfico define un orden parcial para todos los pares de característica-valor temporales. La Figura 6B es un diagrama de precedencia para múltiples características temporales, de acuerdo con una realización. El gráfico de precedencia 600 tiene un nodo para cada valor de cada característica. Los nodos para los valores para la primera característica son nodo de mañana 651a que representa B1 de la tabla 1, nodo de tarde 651b que representa B2 y nodo de noche 651c que representa B3. Los nodos para los valores para la segunda característica son un nodo de fin de semana 652a que representa B4, y nodo de no fin de semana 652b que representa B5. Los nodos para los valores para la tercera característica son nodo de mañana de fin de semana 653a que representa B6, nodo de tarde de fin de semana 653b que representa B7 y nodo de noche de fin de semana 653c que representa B8. Los nodos para los valores para la cuarta característica son el nodo de vacaciones 654a que representa B9, y el nodo de no vacaciones 654b que representa B10. Los nodos anteriores dominan nodos conectados a continuación, por ejemplo, son descripciones más útiles que incluyen y sustituyen la descripción menos útil.

Con el gráfico de precedencia, la instancia de tiempo t_i puede caracterizarse mejor. La tabla 2 ilustra el proceso de extracción de las características de tiempo.

5

Tabla 2. Extracción de característica temporal.

Tiempo	ID de valor de rango coincido	Valor de rango extraído
8AM Ene-09-09	{Mañana, no vacaciones}	{Mañana}
8AM Ene-10-09	{Mañana, mañana de fin de semana, no vacaciones}	{Mañana de fin de semana}
8AM Ene-12-09	{Mañana, vacaciones}	{Vacaciones}

En primer lugar, la instancia de tiempo se hace coincidir a todos los posibles pares característica-valor temporales. El gráfico de preferencia se comprueba para eliminar aquellos valores que han sido dominados. Por ejemplo, 8 A.M. el 9 de enero es una mañana de día de trabajo normal, coincide con dos pares de característica-valor (TF1B1:mañana y TF4B10:no vacaciones). Puesto que la mañana es más discriminativa que no vacaciones, mañana tiene precedencia superior y se usa como el valor rango de característica temporal final extraído. En el fin del proceso de extracción, únicamente se deja un conjunto de una o más característica-valor importantes para representar el intervalo de tiempo de dejar el estado desde (z_1) estacionario y llegar al estado para (z_2) estacionario.

10

15 Con la suposición de la independencia de característica temporal, la ecuación 2 puede expandirse usando la ecuación 3.

$$P(s_i+1|s_i, \gamma, \beta_1 \dots \beta_B) = \prod_{b=1aB} P(s|s_i, \gamma, \beta_b) / (\sum_{q=1aB} \prod_{b=1aB} P(s_q|s_i, \gamma, \beta_b)) \quad (3)$$

20 Para estimar los valores de $P(s|s_i, \gamma, \beta_b)$, en primer lugar se estima la probabilidad $P(s_i|s_i, \gamma, \beta_b)$, también es conocida como probabilidad de supervivencia. La probabilidad de supervivencia significa la probabilidad de que el sujeto permanece en el mismo estado transicional s_i en el siguiente instante de tiempo. Se usa una distribución normal con media μ y desviación típica σ para modelar una distribución de valores de duración observados dada de γ , como se proporciona por la ecuación 4.

25

$$P(s_i|s_i, \gamma, \beta_b) = 1 - \int_{-\infty}^{\gamma} N(\mu, \sigma) dx \quad (4)$$

Un ejemplo ilustra el proceso. Se supone para fines de ilustración que el sujeto está en un estado de transición s_1 en el tiempo t_i . A partir de los datos pasados, para un valor de característica temporal de β_j (por ejemplo, TF1B1:mañana), es conocido que las transiciones del sujeto a otro estado s_2, s_3 etc., en 20 minutos de media (es decir, $\mu = 20$) con desviación típica de 5 minutos (es decir, $\sigma = 5$). Si el sujeto ya ha permanecido en s_1 durante 25 minutos, la probabilidad de permanecer en s_1 se reduce al 16 %, que también significa que la probabilidad de cambio a otro estado de transición es 84 %. Conociendo la probabilidad de supervivencia, la probabilidad total de ir a otros estados transicionales $P(s \neq s_i|s_i, \gamma, \beta_b)$ es conocida como la probabilidad restante = 1 - probabilidad de supervivencia. Dependiendo del significado de s_i , la probabilidad de transición a otros estados transicionales se calcula de manera diferente. En una primera situación, s_i representa movimiento de un estado estacionario z_1 a un estado estacionario diferente z_2 . Puesto que se especifica el destino, $P(s \neq s_i|s_i, \gamma, \beta_b)$ representa la probabilidad de alcanzar z_2 (es decir, $s = (z_2 - z_1)$). En una segunda situación, si s_i representa permanecer en un estado estacionario, a continuación $P(s \neq s_i|s_i, \gamma, \beta_b)$ representa la probabilidad total de cambio a otros estados transicionales, dada la ecuación 5

30

35

40

$$P(s \neq s_i|s_i, \gamma, \beta_b) = \sum_{q=1aB, q \neq i} P(s = s_q|s_i, \gamma, \beta_b) \quad (5)$$

Si es conocido que s_i está apunto de transitar a s_q , la duración de permanencia en s_i se vuelve irrelevante, y por lo tanto $P(s = s_q|s_i, \gamma, \beta_b)$ equivale a $P(s = s_q|s_i, \beta_b)$, que puede modelarse por una distribución multinomial adaptada a datos históricos. Los parámetros de la distribución pueden mantenerse en la base de datos 230, por ejemplo, en uno o más registros de estado de transición 260, cuando llegan nuevas observaciones.

45

Por lo tanto en el proceso 600, representado en la Figura 6A, el estado estacionario más reciente z se determina en la etapa 601. En la etapa 603, se determina si $P(z)$ es mayor que el soporte mínimo (S-min). Si no, un estado transicional desde este estado estacionario no es suficientemente importante, y el proceso finaliza sin actualizar un estado transicional. De otra manera la duración γ se incrementa en el tiempo de instante (por ejemplo, 10 minutos). En la etapa 607 se determina si el terminal móvil se está moviendo basándose en la clasificación de movimiento recibida del detector de movimiento. En caso afirmativo, a continuación se establece el estado desde (z_1) igual al último estado estacionario z . El estado de transición precisa es desconocido puesto que el terminal móvil no ha llegado

50

aún en el estado para, y el proceso finaliza.

Si se determina en la etapa 607 que el terminal móvil no se está moviendo, a continuación en la etapa 611, el estado para (z_2) es conocido como el estado estacionario actual z y se establece igual a ese valor. En la etapa 613, se determina si se ha establecido el estado desde. Si no, z_1 es nulo y el control pasa a la etapa 615 para establecer el estado de transición actual si a la auto-transición con el estado desde igual que el estado para z_2 , ambos iguales a z . Si se ha establecido el estado desde, a continuación z_1 no es nulo y en la etapa 617 el estado de transición si se establece a la transición desde el estado z_1 a $z_2=z$. El estado desde z_1 se establece a nulo. En cualquier caso, el control pasa a la etapa 619 para actualizar el estado de transición si con duración γ , característica temporal actual β . En algunas realizaciones, se reinicia la duración, por ejemplo, establece a cero; por lo tanto, una auto transición siempre tendrá duración igual al tiempo de instante. En algunas realizaciones, la duración de auto transición no se resetea a cero hasta que el terminal móvil se clasifica como en movimiento de nuevo.

En la etapa 621 la probabilidad del siguiente estado de transición dado el estado de transición actual $P(s|si)$ se determina para soportar predicciones. A continuación el proceso finaliza y el control pasa a la etapa 311 del proceso 300 en la Figura 3.

En la realización ilustrada, la etapa 621 incluye de las etapas 623 a la etapa 631. En la etapa 623, se determina la media μ y desviación típica σ de la duración en el estado de transición si para la característica temporal β , por ejemplo, extraído desde el campo 267 y el campo 268 en el registro de estado de transición 260. En la etapa 625, se determina la probabilidad de supervivencia $P(s_i|s_i)$ basándose en μ y σ , por ejemplo usando la ecuación 4. En la etapa 627 se determina si el estado actual si es un estado de auto-transición en el que $z_1=z_2$. Si no, a continuación en la etapa 629 se determina la probabilidad de volver al estado estacionario más reciente (no en transición) como la probabilidad restante $1-P(s_i|s_i)$, y el proceso finaliza.

Si se determina en la etapa 627 que el estado actual si es un estado de auto-transición en el que $z_1=z_2$, entonces la duración no importa y el control pasa a la etapa 631 para determinar transiciones probables a diferentes estados estacionarios basándose en distribución histórica de cambios de estado de transición. Por ejemplo, una distribución multinomial se adapta a los datos históricos basándose en el estado anterior y contadores en el campo 270 en cada registro de estado de transición 260. Esta distribución se usa para distribuir la probabilidad restante $1-P(s_i|s_i)$ entre los otros posibles estados de transición s_q , donde $q \neq i$, y el proceso finaliza.

La Figura 7A es un diagrama de flujo de un proceso 700 para predecir el siguiente estado de transición para la etapa 315 del proceso 300 de la Figura 3, de acuerdo con una realización. Dada una ventana de tiempo de predicción que incluye x número de instantes de tiempo después del instante actual t_i , la tarea de predicción puede formalizarse como $P(s_{i+1} \dots s_{i+x}|s_0 \dots s_i)$, que representa las observaciones de estado de transición pasadas $s_0 \dots s_i$ y observaciones futuras $s_{i+1} \dots s_{i+x}$. Estimando directamente esta distribución de probabilidad no es factible debido al espacio para almacenar la distribución conjunta es bastante problemático. En la realización ilustradas, se realiza la suposición de cadena de Markov de primer orden, de manera que la probabilidad de observación de estado de transición s_{i+1} en el instante de tiempo t_{i+1} es únicamente dependiente condicional en el estado de transición s_i en t_i . La tarea de predicción puede simplificarse a continuación y realizarse de manera eficaz como se proporciona por la ecuación 6.

$$P(s_{i+1} \dots s_{i+x}|s_0 \dots s_i) = \prod_{j=i}^{i+x} P(s_{j+1}|s_j) \quad (6)$$

La suposición de Markov de primer orden es razonable puesto que en las situaciones prácticas, las ubicaciones donde el terminal móvil está a punto de ir están altamente asociadas con la ubicación actual, pero menor para las ubicaciones anteriores. Puesto que se ha descrito anteriormente un proceso eficaz para calcular $Pr(s_{i+1}|s_i)$ en la etapa 621, la tarea de predicción se hace factible. La tarea de predicción en el proceso 700 se separa en dos subtareas. La primera tarea en la etapa 701 es predecir el estado transicional más probable si en el tiempo actual t_i . La segunda tarea en la etapa 703 es para predecir la secuencia de estado más probable para la ventana de tiempo futura x .

En la etapa 701, hay dos escenarios posibles considerados. En el primer escenario, en el punto de predicción t_i , el módulo de detección de movimiento 224 no detecta ningún movimiento; y el módulo de aprendizaje de estado incremental 226 indica uno de los estados estacionarios z_i . Por lo tanto, el estado transicional representa una auto-transición $si = (z_i-z_i)$. En el segundo escenario, el módulo de detección de movimiento 224 informa al terminal móvil que está en movimiento, en el tiempo de consulta t_i , y el estado para estacionario final z_2 es desconocido, por lo que si también es desconocido. El último estado de auto-transición es conocido en un tiempo anterior t_0 , y se representa como s_0 . En este caso, la predicción se inicia desde el último estado de auto-transición. El intervalo de tiempo del último estado estacionario se realiza discreto en un conjunto de instantes de tiempo (por ejemplo, 10 minutos cada uno). Basándose en la suposición de Markov de primer orden, se supone la transición más probable en cada etapa, que es una implementación del algoritmo Viterbi bien conocido para calcular el estado transicional más probable en tiempo de consulta t_i . El algoritmo Viterbi es un algoritmo de programación dinámica para calcular la ruta Viterbi, que corresponde a una secuencia de secuencia de estado transicional con probabilidad máxima. En tiempo de consulta t_i , hay m instantes de tiempo desde el último estado estacionario. El mejor estado de transición en el tiempo t_i tiene una probabilidad de: $P = \max(P(s_m))$. Los estados en cada instante de tiempo más anterior j puede definirse como: $P(s_j)$

= max(P(sj|sj-1)). Para el estado de inicio s0, se establece lo siguiente: P(s0 = (z0 - z0)) = 1 y P(s0 ≠ (z0 - z0)) = 0 puesto que se empieza desde una auto-transición en un estado estacionario conocido z0. En la Figura 7A, el tiempo actual se simplifica como tiempo actual t; y si se representa como St.

5 Por lo tanto en la etapa 705, se determina el estado estacionario más reciente z0 y el tiempo asociado t0. En la etapa 707 se determina si el detector de movimiento ha clasificado el terminal móvil como en movimiento. Si no, a continuación si = (z0-z0), y la etapa 701 están completados.

10 Si se determina en la etapa 707 que el detector de movimiento ha clasificado el terminal móvil como en movimiento, a continuación en la etapa 711, se determina el número de instantes de tiempo desde el último estado estacionario usando la ecuación 7.

$$m = (t_i - t_0) / \text{instante} \quad (7)$$

15 En la etapa 713 se determina el estado de transición más probable en cada instante de tiempo, por ejemplo, j= 1 a m, de acuerdo con la ecuación 8.

$$P(s_j) = \max (P(s_k | s_{j-1}, \gamma, \beta) \text{ para } k=1 \text{ a } S) \quad (8)$$

20 Donde max es un operador que devuelve el valor máximo de un conjunto de valores indicado en el argumento. Para un estado de transición dado sj-1 de duración y característica temporal β, hay una probabilidad finita de permanecer en el mismo estado de transición y una probabilidad finita o cero de cambio a cada uno de uno o más diferentes estados de transición. Estos estados se representan en la ecuación 8 como sk, k=1 a S (el número total de estados de transición). El operador max compara todas estas probabilidades, muchas de las cuales son cero, y selecciona la más probable como sj. En la última etapa de tiempo, se calcula el estado de transición actual más probable si = St y la etapa 701 está completada.

30 En la etapa 703 se devuelve la ruta Viterbi entera en el futuro, no solamente el estado de transición en el tiempo final tX. Dado el tiempo de fin de consulta tX, el tiempo se divide desde el último estado estacionario conocido z0 (o el estado de transición actual si) de nuevo en un número discreto (representado por el número X) de instantes de tiempo (por ejemplo, 10 minutos), y emite la secuencia de estados de transición con la probabilidad máxima. Por lo tanto en la etapa 721 se determina el número X de instantes usando la ecuación 9.

$$X = (t_X - t_0) / \text{instante} \quad (9)$$

35 Y en la etapa 723, se determina la secuencia más probable de estados de transición en cada instante de tiempo, por ejemplo, j= 1 a X, de acuerdo con la ecuación 8, anterior.

40 La Figura 7B es un diagrama 750 de una ruta Viterbi entre estados de transición más probables, de acuerdo con una realización. El tiempo aumenta a la derecha como se indica por el eje de tiempo 752. Se representa un tiempo particular mediante un segmento de línea vertical en el tiempo discreto t0 760, tiempo t1 761, tiempo t2 762 y tiempo tX 763. La distribución de estados de transición en cada tiempo se representa por nodos, por ejemplo el nodo 770 en el tiempo t0, nodos 771a, 771b, 771c en el tiempo t1, nodos 772a, 772b, 772c en el tiempo t2 y nodos 773a, 773b y 773c en el tiempo tX, referenciados colectivamente en lo sucesivo como nodos de estado de transición 777. La probabilidad de cambio de un estado de transición a otro se presenta como un número cerca de una flecha discontinua 781 o fleca recta 783 que conecta el estado de transición inicial al siguiente estado de transición. La ruta más probable en cada etapa de tiempo se indica por la flecha continua 783. Cada nodo de estado de transición 777 indica un estado desde estacionario y estado para estacionario en una fila superior. Cada nodo de estado de transición 777 también indica una probabilidad de estar en ese estado de transición y el estado de transición anterior que es más probable que se cambie a ese nodo. El estado de transición previo más probable puede determinarse, por ejemplo, de los datos en el campo de estado anterior y contador 270 en el registro de estado de transición 260.

55 La Figura 7B ilustra una consulta de intervalo temporal. En este ejemplo, hay X=3 instantes de tiempo. Cada nodo en este gráfico representa un estado transicional sx indicado como un par de estados estacionarios. Por lo tanto, al final de los instantes de tiempo de consulta, da como resultado el estado (z2-z1) transicional más probable (48 %). Si se retrocede usando el mejor nodo anterior, se obtiene la mejor secuencia desde el tiempo t0 al tiempo tX para que sean: {(z0), (z0-z2), (z2), (z2-z1)}, que significa que el terminal móvil se predice para transitar al estado estacionario z2, y a continuación empezar a transitar al estado estacionario z1.

60 La complejidad del sistema representada por los procesos representados en la Figura 3 a través de FIG. 7A se estima en este punto. Como se determina en los experimentos descritos en más detalle a continuación, la complejidad es

muy gestionable y escala bien a un gran número de usuarios. Por lo tanto un número razonable de servidores y anfitriones pueden dar servicio a un gran número de usuarios de contexto de ubicación.

5 En términos de complejidad de almacenamiento, puesto que el conjunto de estados transicionales S consisten en todos los posibles pares de estados estacionarios, es útil el espacio en el orden de $|Z|^2$, indicado como $O(|Z|^2)$. Para mantener los estados transicionales, hasta todo el comportamiento transicional a nivel de pares desde todos los estados transicionales $(P(sk|s_i, \gamma, \beta))$ sería útil. Esto implica $O(|S|^2)$ espacio. Si hay B pares de característica-valor temporales, el requisito de almacenamiento global está delimitado por $O(B \times |S|^2)$. Por ejemplo, si existen 10 estados estacionarios, puede haber 100 posibles estados transicionales y 10.000 posibles transiciones a nivel de pares.

10 Afortunadamente, en la práctica, muchos de los estados transicionales no son posibles (por ejemplo, de 'trabajo' directamente a 'hotel de vacaciones'), que reduce drásticamente el número de transacciones a nivel de pares. Por lo tanto, los modelos pueden almacenarse eficazmente.

15 En términos de complejidad computacional, para cada entrada de sensor v que pasa a través del módulo de aprendizaje de estado incremental 222, el módulo de detección de movimiento 224 usa $O(|v|)$ tiempo para cálculos de similitud. Durante el proceso de minería de estado, se crea una tabla de función de troceo en los estados transicionales S , y posibles cambios a nivel de pares entre ellos. Toma $O(\log(B \times |S|^2))$ de media para actualizar los modelos. Por lo tanto, para cada entrada, el coste es $O(|v|) + O(\log(B \times |S|^2))$. Si el tamaño de cada entrada es pequeño, la detección de movimiento tiene aproximadamente coste constante. Por lo tanto, el coste de procesar n entradas de flujo es $O(n \log(B \times |S|^2))$. Para el gran número de entradas y pequeño número de estados transicionales, la complejidad global es casi lineal con número de entradas.

20

La complejidad global del módulo de predicción depende de cuántos pares de los estados de transición se vean implicados entre dos instantes de tiempo. En el peor caso puede ser hasta $|S|^2$. Por lo tanto la complejidad del peor caso es $O(m|S|^2)$. En la práctica, no todos los estados de transición entre los dos instantes de tiempo son posibles debido a las restricciones de tiempo, es se cumple especialmente cuando el número de instantes de tiempo X es pequeño. Por lo tanto, el proceso de predicción se espera que sea muy eficaz cuando la ventana de tiempo de predicción es pequeña (por ejemplo, 1 hora), pero menos eficaz cuando es grande (por ejemplo, 1 día o 1 semana).

25

30 Experimentos.

Los experimentos extensivos con ciertas realizaciones muestran que la calidad de los estados de ubicación aprendidos por iLoc es mejor que la calidad de los otros enfoques conocidos. También se demuestra que cuando los procesos de aprendizaje de otros enfoques fallaron al producir predicciones razonables, iLoc aún proporciona buenas previsiones.

35 En cuanto a eficacia, iLoc pasa los datos únicamente una vez, mientras que los procesos de aprendizaje de los otros enfoques requieren múltiples iteraciones. De hecho, iLoc no requiere almacenar en caché ningún registro de datos en el dispositivo móvil, que se adapta bien con muchos modelos de procesamiento de flujo de datos.

En el experimento, ciertas realizaciones se implementaron usando Python. El tiempo de ejecución informado en estas realizaciones se midió a partir de un P4-2 Gigahercios (GHz, 1 GHz=109 Hz, 1 Hz = 1 ciclo por segundo) PC con sistema operativo (SO) Linux. Para comparaciones, se implementó también un modelo de Asignación Dirichlet Latente (LDA) y un modelo Markov oculto (HMM). Los modelos LDA y HMM se generaron utilizando diversa herramientas estadísticas de MATLABM de MATHWORKSTM de Natick, Massachusetts.

40

Aunque LDA ha mostrado muy buen rendimiento en dominios de minería de texto, existen unos pocos problemas cuando se aplica a contexto de ubicación. El primer problema es que LDA no considera dependencias de tiempo. Cada registro/documento se supone que es independiente o intercambiable. Por lo tanto, LDA no puede usarse directamente para predecir estados de ubicación futuros. El segundo problema es que LDA no tiene el concepto semántico de estados estacionarios, que representa los lugares en los que permanece un usuario. En un modelo LDA, una fuente WiFi encontrada mientras está en movimiento aparecerá tanto en los estados de inicio como estacionario final, que conduce a rendimiento de agrupación pobre. Adicionalmente, es difícil actualizar de manera incremental el modelo LDA, especialmente al decidir el número de agrupaciones y estimar los parámetros. Aunque pueden aplicarse también otros algoritmos de agrupación no basados en modelo como K-medias o agrupación aglomerativa jerárquica (HAC), se han mostrado menos precisos que los métodos basados en modelo; y, estos métodos no basados en modelo también sufren de problemas similares a aquellos de LDA.

45

50

55

HMM también es un modelo generativo, de manera que cada observación se genera por una variable de estado latente. El estado latente en un punto de tiempo también depende de su estado latente anterior. Los parámetros en el HMM pueden estimarse usando un algoritmo Baum-Welch, que es un algoritmo de maximización de expectativa generalizado (GEM). Aunque modelar la transición de estado es parte de HMM, los estados no corresponden físicamente a los estados de ubicación. Esto conduce a rendimiento pobre al predecir movimientos futuros. Para HMM, la secuencia de observación no está disponible en el punto de predicción. Por ejemplo, únicamente dados los primeros 2 registros, es deseable predecir la transición entre los dos estados de ubicación. Sin proporcionar observaciones futuras, HMM es muy improbable que prediga la transición.

60

65

Los experimentos emplean datos de sensor de GSM y WiFi, puesto que estos dos tipos de datos tienen detección de

ubicación evidente, y están ampliamente disponibles. Se obtuvieron datos experimentales monitorizando de manera continua 3 usuarios durante un periodo de 66 días.

5 Un cliente de colección de datos que sirve como cliente de contexto de ubicación 103 se implementa usando Python para S60, y se ejecuta en teléfonos móviles de la serie S60 de NOKIA de Espoo, Finlandia. El cliente actualiza periódicamente los datos a un servidor. El servicio global también es conocido como servicio de Contexto Sencillo de NOKIA. La Figura 8A es un diagrama de datos de contexto de ubicación 800 en un proceso de cliente, de acuerdo con una realización. En la realización ilustrada, la Figura 8A muestra una captura de pantalla del cliente que se ejecuta en un teléfono móvil N95 de NOKIA. El cliente es altamente personalizable, con las capacidades de monitorización de múltiples sensores (GSM, WiFi, GPS, Bluetooth, etc.) al mismo tiempo.

15 Una característica interesante del cliente es un GPS adaptativo, que usa el mismo módulo de detección de movimiento anteriormente descrito para controlar la detección de GPS. Puede encender de manera inteligente el GPS cuando el dispositivo está en movimiento, y desconectarlo de lo contrario. Aunque se usan los datos de GPS para geo-etiquetar las fuentes de señal de WiFi y GSM en ciertas las realizaciones implicadas en los experimentos, se anticipa que otras realizaciones utilizan adicionalmente los datos de GPS en el módulo de aprendizaje de estado incremental 226.

20 La Figura 8B es un diagrama de la interfaz de contexto de ubicación 850 en un proceso de servidor, de acuerdo con una realización. La interfaz 850 visualiza los últimos pocos registros de un usuario en los paneles 852, 854, 856 y 858. El panel 852 visualiza datos que indican el identificador (ID) de usuario y otra información de contexto, tal como aplicaciones en ejecución o mensajes enviados. El panel 854 visualiza datos que indican una lista de identificadores de transmisor de WiFi y GSM (ID). El panel 856 visualiza un mapa del entorno de usuario basándose en una última posición de GPS. El panel 858 visualiza datos que indican asignación del almacenamiento legible por ordenador en el terminal móvil.

25 Una vez que se almacenan los datos enviados del cliente en el servidor, pueden usarse diversas API (por ejemplo, la API 240) para recuperar/descargar los datos. Aunque las realizaciones empleadas en los experimentos se crean en un PC, el código puede ejecutarse también directamente en el cliente móvil en un modo en tiempo real. Se usa un PC convencional para realizar pruebas de rendimiento contra la otra alternativa o los enfoques de la técnica anterior como LDA y HMM.

30 Durante el periodo de tiempo experimental, se han observado miles de puntos de acceso de ID de célula de WiFi y GSM distintos. La Figura 9A y la Figura 9B son mapas de cobertura de transmisor para células de GSM y puntos de acceso WiFi, respectivamente, de acuerdo con diversas realizaciones. Estas células están geo-etiquetadas basándose en unos datos del usuario y representadas en una imagen de mapa 901 del área experimental. Las ubicaciones de fuente de señal de GSM 903 y las ubicaciones de fuente de señal de WiFi 905 cubren una región geográfica muy grande. Se observa que no es suficiente usar únicamente unas fuentes de señal individuales (por ejemplo, un único ID de célula de GSM) para representar un estado estacionario. Muchas de estas fuentes de señal no corresponde a un estado estacionario (por ejemplo, se descubren durante los desplazamientos); y muchas de ellas representan el mismo estado estacionario (por ejemplo, múltiples puntos de acceso WiFi en una exploración).

45 En la Tabla 3, se resumen conjuntos de datos para los usuarios durante el periodo de 2 meses. La Tabla 3 muestra el número total de registros y el número de fuentes de señal distintas (por ejemplo, los ID de transmisor) para cada usuario. Obsérvese que el número de registros para WiFi es menor que GSM. Esto es debido a que una exploración de WiFi es más potente consumiendo que una exploración de GSM, y por lo tanto las exploraciones de WiFi se hacen a una tasa inferior que las exploraciones de GSM. Para estos usuarios, la tasa de exploración WiFi se establece entre 2 y 5 minutos, y la tasa de exploración de GSM se establece entre 30 segundos y 2 minutos. En el recordatorio de esta sección, nos centramos en los datos del Usuario 1 para entender cómo de bien funciona cada componente. Todos los datos de los usuarios están incluidos para resumir el rendimiento global.

50

Tabla 3. Conjunto de datos experimentales

Tipo	Usuario 1		Usuario 2		Usuario 3	
	# registros	# transmisores	# registros	# transmisores	# registros	# transmisores
GSM	88.204	643	50.995	1.137	67.777	625
WiFi	41.995	2.936	23.818	3.669	34.921	3.718

55 La Tabla 4 muestra los ajustes de parámetro por defecto usados por iLoc. Para diferentes componentes, los parámetros tienen diferente sensibilidad. Por ejemplo, los ajustes umbral en el módulo de detección de movimiento y en la porción de estado estacionario del módulo de aprendizaje de estado incremental 226 son menos sensibles que los parámetros usados en la porción de estado transicional del módulo de aprendizaje de estado incremental 226. Por lo tanto, en la última parte en esta sección, se evalúan las implicaciones de rendimiento al cambiar los valores de parámetro.

Tabla 4. Ajustes de parámetro por defecto

Componente	Parámetro	Valores
Módulo de detección de movimiento	umbral de movimiento T_M	10 %
Módulo de aprendizaje de estado incremental (actualización de estado estacionario)	umbral de agrupación τ_c	10 %
Módulo de aprendizaje de estado incremental (actualización de estado de transición)	Características temporales de soporte mínimas	1 % Tabla 1.
Módulo de predicción de estado	instante de tiempo	10 minutos

La Figura 10A es un gráfico 1000 de una relación de periodos en movimiento a periodos no en movimiento para un terminal móvil del Usuario 1, de acuerdo con una realización. El eje horizontal 1002 es el tiempo en días. El eje vertical 1004 es la relación de tiempo que el terminal móvil está en movimiento dividida por el tiempo que el terminal móvil está estacionario en ese día. El trazo 1010 representa la detección de movimiento basándose en el flujo de datos WiFi; y el trazo 1020 representa la detección de movimiento basándose en el flujo de datos de GSM. La relación de movimiento diario para el Usuario 1 muestra la efectividad del módulo de detección de movimiento 224. Se observa que los movimientos no están limitados únicamente a los fines de semana, sino que incluyen los días de la semana también. El usuario 1 confirmó que el módulo de detección de movimiento 224 puede capturar correctamente movimientos grandes -- especialmente para desplazarse a diferentes ubicaciones. En la Tabla 5, se calcula la relación de movimiento media por día para todos los usuarios. Obsérvese que el flujo de datos WiFi puede capturar más movimientos que el flujo de datos GSM. Esto es debido a que un punto de acceso WiFi normalmente tiene cobertura espacial menor que una célula de GSM, y por lo tanto estos datos son más sensibles a los movimientos. Sin embargo, la diferencia no es muy grande, que indica que las células de GSM pueden usarse también para detección de movimiento.

Tabla 5. Relación de movimiento por día.

Tipo de flujo de datos	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3
GSM	9,2 %	16,2 %	10,1 %
WiFi	12,4 %	24,9 %	14,2 %

La Figura 10B es un gráfico 1050 de número de estados estacionarios para un terminal móvil acumulados de manera incremental con el tiempo, de acuerdo con una realización. El eje horizontal 1002 es el tiempo en días, como en la Figura 10A. El eje vertical 1054 es el número Z de estados estacionarios. El trazo 1060 representa el crecimiento en estados estacionarios basándose en el flujo de datos WiFi para el Usuario 1; y el trazo 1070 representa el crecimiento en estados estacionarios basándose en el flujo de datos GSM para el Usuario 1. El gráfico 1050 demuestra claramente que el proceso de actualización de estado estacionario del módulo de aprendizaje de estado incremental 226 puede descubrir de manera incremental nuevos estados estacionarios a medida que llegan datos. Obsérvese que el número de estados estacionarios WiFi es mayor que el número de GSM estados estacionarios. Esto también es esperado puesto que muchos lugares hoy en día tienen acceso WiFi gratis, pero muchos de estos puntos de acceso pueden estar bajo la misma célula de GSM. En la Tabla 6, se resumen los números totales de los estado estacionarios descubiertos por los 3 usuarios.

Tabla 6. Número total de estados estacionarios.

Tipo de flujo de datos	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3
GSM	46	95	58
WiFi	86	109	83

La Figura 11A y la Figura 11B son gráficos 1100 y 1150 de funciones de distribución acumulativa de estados estacionarios más frecuentes para un terminal móvil acumulados de manera incremental a través del tiempo para células de GSM y puntos de acceso WiFi, respectivamente, de acuerdo con algunas realizaciones. El eje horizontal 1102 es el tiempo en días. El eje vertical 1104 es una fracción de las observaciones totales que son atribuibles a la suma de un estado estacionario dado y todos los estados más frecuentes. En el gráfico 1100 para el flujo de datos de GSM del usuario 1, el trazo 1111 representa la fracción de observaciones atribuidas al primer estado, el trazo 1112 al primer y segundo estados estacionarios más frecuentes, el trazo 1113 del primer al tercer estados estacionarios más frecuentes, el trazo 1114 del primer al cuarto estados estacionarios más frecuentes, el trazo 1115 del primer al quinto estados estacionarios más frecuentes, y el trazo 1116 del primer al sexto estados estacionarios más frecuentes. La diferencia entre trazos proporciona la fracción atribuible al estado estacionario adicional. En el gráfico 1150 para el flujo de datos WiFi del usuario 1, el trazo 1151 representa la fracción de observaciones atribuidas al primer estado, el

- trazo 1152 al primer y segundo estados estacionarios más frecuentes, el trazo 1153 del primero al tercero estados estacionarios más frecuentes, el trazo 1154 del primer al cuarto estados estacionarios más frecuentes, y el trazo 1155 del primer al quinto estados estacionarios más frecuentes. Estos gráficos muestran cómo los estados estacionarios están distribuidos frecuencia de ocurrencia. Cada uno de los gráficos de GSM y WiFi muestra un estado estacionario grande que de manera consistente no tiene más del 50 % de la probabilidad. Después de pasar a través de los estados manualmente, este estado corresponde de manera evidente al estado Casa. Los 5 superiores para WiFi y los 6 superiores para GSM contabilizan de manera consistente más del 95 % del tiempo en cada día. Estos estados corresponden claramente a Trabajo y otros lugares frecuentemente visitados.
- Los aprendedores HMM y LDA no son aprendedores incrementales. Para proporcionar una comparación favorable para estos enfoques alternativos, se entrena el HMM y LDA con los dos meses totales de datos, incluso aunque tales resultados no estuvieran disponibles durante 66 días. Otra cuestión difícil es cómo decidir el número de agrupaciones para los enfoques HMM y LDA. Hay heurísticas diferentes propuestas en la bibliografía. En este punto, se proporciona una muy buena estimación utilizando los resultados de iLoc. El número de agrupaciones para HMM y LDA es basándose en los estados estacionarios superiores que cubren el 95 % del tiempo estacionario de un usuario. La suposición es que, si HMM o LDA superarán el rendimiento de iLoc, ese modelo que supera el rendimiento debería descubrir un conjunto similar de estados estacionarios. La Tabla 7 muestra el número de agrupaciones para contabilizar el 95 % de tiempo estacionario para diferentes usuarios de iLoc. Adicionalmente, para aplicar HMM y LDA de manera eficaz, también se determina el número de iteraciones. Para HMM, el número máximo de iteraciones se establece para que sea 100. Para LDA, se usa un enfoque de muestreador de Gibbs para entrenar el modelo LDA. El número de las iteraciones para el muestreador de Gibbs se establece para que sea 500.

Tabla 7. Número de estados estacionarios para contabilizar el 95 % de tiempo estacionario.

Tipo de flujo de datos	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3
GSM	6	23	10
WiFi	5	24	12

- La Figura 12A y la Figura 12B son gráficos 1200 y 1250 de tiempo para crear modelos de probabilidad de estados de transición en comparación con otros enfoques, para células de GSM y puntos de acceso WiFi, respectivamente, de acuerdo con algunas realizaciones. El eje horizontal 1202 indica binarios para el enfoque de usuario y modelación. Los ejes verticales 1204 y 1254 indican el tiempo en segundos. El tiempo de creación de modelo para el flujo de datos de GSM se muestra en el gráfico 1200 para el enfoque HMM para cada uno de los tres usuarios como las barras 1210a, 1210b y 1210c, referenciadas colectivamente en lo sucesivo como las barras 1210; para el enfoque LDA como las barras 1220a, 1220b y 1220c, referenciadas colectivamente en lo sucesivo como las barras 1220; para las realizaciones iLoc como las barras 1230a, 1230b y 1230c, referenciadas colectivamente en lo sucesivo como las barras 1230. El tiempo de creación de modelo para el flujo de datos de WiFi se muestra en el gráfico 1250 para el enfoque HMM para cada uno de los tres usuarios como las barras 1260a, 1260b y 1260c, referenciadas colectivamente en lo sucesivo como las barras 1260; para el enfoque LDA como las barras 1270a, 1270b y 1270c, referenciadas colectivamente en lo sucesivo como las barras 1270; para las realizaciones iLoc como las barras 1280a, 1280b y 1280c, referenciadas colectivamente en lo sucesivo como las barras 1280. Incluso con únicamente 100 iteraciones, HMM toma el tiempo más largo (barras 1210 y 1260) para entrenar. Esto también muestra que iLoc (barras 1230 y 1280) es aproximadamente de 2 a 10 veces más rápido que LDA con muestreo de Gibbs (barras 1220 y 1270). La ganancia de rendimiento es principalmente puesto que iLoc es un algoritmo de una pasada, y otros requieren múltiples iteraciones a través de los datos.

- También se examinó la calidad de las agrupaciones de diferentes enfoques. Para el usuario 1 se compararon las 5 mejores agrupaciones (flujo de datos WiFi) a aquellas de HMM y LDA en la Tabla 8, que muestra los 3 mejores ID de punto de acceso WiFi desde cada enfoque de aprendizaje. Para el usuario, estos ID de punto de acceso pueden estar asociados fácilmente con algún significado semántico. En la Tabla 9, el usuario etiqueta estas agrupaciones basándose en los mejores diez ID de WiFi. Para iLoc, el usuario puede identificar y distinguir varios lugares interesantes, incluyendo casa, trabajo y una casa de un amigo. También, iLoc agrupa correctamente los ID de punto de acceso WiFi cerca de las ubicaciones de almuerzo y gimnasio habituales del usuario. La Tabla 9 también muestra las probabilidades anteriores (soporte) de cada agrupación, que representa el grado de importancia de cada agrupación. El usuario acuerda con las agrupaciones iLoc asociadas con estados estacionarios. Sin embargo, HMM y LDA no pueden separar de manera evidente estos estados estacionarios. Por ejemplo, el ID de WiFi "Casa" aparece en unas pocas agrupaciones. Si estas agrupaciones HMM y LDA se seleccionaran como estados estacionarios, el modelo transicional se ve muy gravemente afectado, que conduce a un rendimiento de predicción pobre. Se observan comportamientos de agrupación similares para los otros dos usuarios.

Tabla 8. Mejores tres ID de WiFi (SSID) para estados estacionarios por diversos enfoques.

Enfoque	Estado1	Estado2	Estado3	Estado4	Estado5
iLoc	YY Casa, Disha, Dua	WANO Kelevala noklabwl	HotelWireless Acceso multi-punto SEASONS INN	Aquarium linksys, Arthur	Glenbrook Homelinksys Kwan AP
HMM,	YY Casa, Disha, HotelWireless	Kelevala, WANO, noklabwl	YY Casa, HotelWireless, Dua	Aquarium, dungeon, Due Net	Aquarium Dungeon WANO
LDA	WANO, Kelevala, noklabwl	YY Casa, Disha, Gammavista	Disha, YY Casa, Dua	Lee9, YY Casa, Gamavista	YY Home Dua Disha

Tabla 9. Contexto de ubicación para estados estacionarios mediante diversos enfoques.

Enfoque	Estado1	Estado2	Estado3	Estado4	Estado5
iLoc	Casa (71 %)	Trabajo (22 %)	Almuerzo (2 %)	Casa de amigo (1,5 %)	Gimnasio (0,3 %)
HMM,	Casa (49 %)	Trabajo (26 %)	Casa (18 %)	Casa de amigo, trabajo (6 %)	Casa de amigo, trabajo (1 %)
LDA	Trabajo (24 %)	Casa (19 %)	Casa (19 %)	Casa (19 %)	Casa (19 %)

5 Para ensayar completamente el modelo transicional y la estructura de predicción, se realizó automáticamente un conjunto continuo de consultas de predicción. En este ajuste, las entradas de un flujo de datos se sustituyeron secuencialmente. En cada punto de muestreo, se invoca el proceso de detección de movimiento y se forman dos tipos de consultas. El primer tipo de consulta se denomina consulta no en movimiento (y se etiqueta Qt1), de manera que si un usuario no está en movimiento, se realiza una consulta de intervalo de tiempo de 60 minutos. El módulo de predicción emite un estado de transición más probable cada 10 minutos hasta que el usuario empieza a moverse de nuevo o transcurrieron la ventana de predicción de 60 minutos. La precisión se calculó en cada instante de tiempo comprando el estado transicional previsto s contra el estado estacionario z_0 . Se consideró una predicción correcta si s representa la auto-transición $s = (z_0 - z_0)$. El segundo tipo de consulta se denomina consulta en movimiento (y se etiqueta Qt2), de manera que si el usuario estaba en movimiento, empezando desde el estado estacionario más reciente z_0 , se formó un intervalo de tiempo que dura hasta que el usuario alcance otro estado estacionario z_1 . Durante este intervalo de tiempo, se predijo s cada 10 minutos. La precisión se midió en cada instante de tiempo comparando el estado transicional previsto s contra la transición correcta entre dos estados estacionarios $z_0 - z_1$. La tabla 10 muestra la carga de consulta para ambos tipos de consultas.

Tabla 10. Carga de solicitud (consulta) de predicción durante los experimentos.

Tipo	Usuario 1		Usuario 2		Usuario 3	
	Qt1	Qt2	Qt1	Qt2	Qt1	Qt2
GSM	7.973	272	4.832	142	5.292	102
WiFi	7.058	359	4.409	181	5.307	124

25 Estos dos tipos de consulta cubren muchos casos de uso. Una consulta no en movimiento esencialmente pregunta cuánto tiempo permanecerá un usuario en el mismo estado estacionario, y una consulta en movimiento pregunta si un usuario está a punto de transitar y a qué estado estacionario. Si iLoc puede proporcionar de manera consistente predicción precisa para ambas consultas, puede utilizarse para muchas aplicaciones de la vida real (por ejemplo, servicio de publicidad). Aunque la realización ilustradas son modelos totalmente incrementales, se ensamblan estadísticas a través de varios días para rellenar las probabilidades posteriores. Las predicciones se realizaron de manera continua en exactamente dos meses de datos. Para las predicciones, si un predictor rechaza hacer una predicción, el predictor se considera que no tiene suficiente información para hacer la predicción, y no es parte de la carga de consulta. Esto es razonable puesto que el objetivo es tener predicciones muy precisas en lugar de predicciones muy amplias. Para obtener algunas ideas para el proceso de predicción, se examinó la predicción diaria para el usuario 1. Si no se han realizado predicciones durante un día, se tratan como elección correcta (es decir, 100 % correcta durante el día).

35 La Figura 13A a FIG. 13D son gráficos 1300, 1320, 1340 y 1360 de precisión de predicción para estados de transición en movimiento y no en movimiento para células de GSM y puntos de acceso WiFi, respectivamente, de acuerdo con algunas realizaciones. El eje horizontal 1302 es el tiempo en días. El eje vertical 1304 indica la tasa de predicción correcta (1 =100 % predicción correcta) para cada día en tres intervalos de tiempo diferentes de 10 minutos por instante: 1 instante (10 minutos), 3 instante (30 minutos) y 6 instantes (60 minutos). El gráfico 1300 representa

predicciones del instante 1 como el trazo 1310a, las predicciones del instante 2 como el trazo 1310b y las predicciones del instante 6 como el trazo 1310c para consultas Qt1 del usuario 1 basándose en flujo de datos GSM. El gráfico 1320 representa predicciones del instante 1 como el trazo 1330a, las predicciones del instante 2 como el trazo 1330b y las predicciones del instante 6 como el trazo 1330c para consultas Qt1 del usuario 1 basándose en flujo de datos WiFi. El gráfico 1340 representa predicciones del instante 1 como el trazo 1350a, las predicciones del instante 2 como el trazo 1350b y las predicciones del instante 6 como el trazo 1350c para consultas Qt2 del usuario 1 basándose en flujo de datos GSM. El gráfico 1360 representa predicciones del instante 1 como el trazo 1370a, las predicciones del instante 2 como el trazo 1370b y las predicciones del instante 6 como el trazo 1370c para consultas Qt2 del usuario 1 basándose en flujo de datos WiFi.

Las predicciones basadas en un flujo de datos de GSM no eran tan buenas como aquellas basadas en un flujo de datos WiFi. La razón principal es que las células de GSM cubren regiones espacialmente mayores. Las predicciones Qt1 principalmente ensayan las auto-transiciones para diferentes estacionarios. Los estados estacionarios de un flujo de datos GSM pueden en ocasiones mezclar diferentes estados estacionarios si están cerca. Como resultado, el modelo de auto-transición para GSM no es tan bueno como el de para WiFi. Sin embargo, incluso para GSM, iLoc aún puede conseguir la precisión global del 62 %. Para flujo de datos WiFi, iLoc rinde muy bien, y consigue precisión global del 73 %.

Algunos días, la precisión de las predicciones para consultas Qt2 mostradas en el gráfico 1340 y 1360 no son muy buenas (por ejemplo, cerca de 0). Después de consultar con los usuarios, resulta que esos días la mayoría son fines de semana y vacaciones. Predecir estos días es desafiante debido a movimientos irregulares. Sin embargo, pudiendo diferenciar estos días de días de la semana normales puede mejorar la precisión de predicción para estos días. Las predicciones de GSM eran de nuevo peores que las predicciones de WiFi. Por lo tanto, es útil que para el proceso de actualización de estado estacionario del módulo de aprendizaje de estado incremental descubrir los estados estacionarios de manera precisa.

En comparación con HMM y LDA en el siguiente conjunto de experimentos, se hace más evidente que iLoc tenía rendimiento superior. En global, las predicciones iLoc basadas en el flujo de datos WiFi pudieron conseguir una precisión de predicción del 84 %, y el flujo de GSM consiguió el 25 %. Ambos módulos de predicción basados en GSM y WiFi realizaron predicciones razonables para intervalos de tiempo de consulta de hasta una hora. Esto es suficiente para muchos escenarios de aplicación, para los cuales predecir un comportamiento del usuario para la siguiente hora es extremadamente útil para satisfacer los anhelos de información del usuario.

La tabla 11 muestra las medidas de precisión global para todos los usuarios bajo diferentes enfoques y diferentes ajustes de parámetro. La primera fila muestra las precisiones de iLoc con los parámetros por defecto (a partir de la tabla 4). La tabla 11 compara fácilmente el rendimiento de diferentes enfoques y diferentes ajustes de parámetro. La tabla 11 tiene tres partes. En la primera parte, se compara el rendimiento de iLoc contra HMM y LDA. Tanto HMM como LDA muestran bajas precisiones que no son adecuadas para esta tarea de predicción. LDA únicamente proporciona información de agrupación, que puede usarse como estados estacionarios. HMM requiere observaciones para inferir los estados ocultos, mientras que en la instancia de tiempo de consulta, no están disponibles aún observaciones futuras. Aunque HMM proporciona distribución de probabilidad transicional para diferentes estados, estas transiciones son en su mayoría para auto-transiciones. El algoritmo Viterbi siempre finalizará con el mismo estado. Para ilustrar esto, la tabla 12 muestra la matriz de transición de un modelo HMM. A partir de la misma matriz, pueden observarse algunas transiciones distintas de la auto-transición. Por ejemplo, el estado 1 puede transitar al estado 3 con el 63 % de probabilidad. Sin embargo, dado el significado semántico de los estados mostrados en la Tabla 9, esencialmente son el mismo estado. Pueden extraerse conclusiones similares para las otras transiciones. Por lo tanto, para tener una comparación equitativa, únicamente se incluyen los estados de agrupación/estacionarios de LDA y HMM. Como puede observarse a partir de los resultados, especialmente para el tipo de consulta Qt2, hay algunas predicciones para HMM y LDA. Sin embargo, la precisión aún está bastante por debajo del iLoc con parámetros por defecto (iLoc-por defecto). Esto puede observarse también a partir de la precisión promedio para el correspondiente método enumerado a continuación por debajo del nombre de enfoque. Para este conjunto de experimentos, puesto que se usa el conjunto de datos total para entrenar HMM y LDA, cualesquiera métodos de aprendizaje incrementales para HMM y LDA no pueden superar el rendimiento de los resultados mostrados para iLoc. Adicionalmente, pudiendo conectar fácilmente diferentes métodos de agrupación, iLoc es más flexible y abierto.

Tabla 11. Precisiones de predicción para diferentes enfoques y ajustes.

En foque promedio	Usuario 1				Usuario 2				Usuario 3			
	Qt1		Qt2		Qt1		Qt2		Qt1		Qt2	
	GSM	WiFi	GSM	WiFi	GSM	WiFi	GSM	WiFi	GSM	WiFi	GSM	WiFi
iLoc (def) 61 %	62 %	73 %	25 %	84 %	62 %	64 %	26 %	44 %	71 %	79 %	68 %	81 %

(continuación)

En foque promedio	Usuario 1				Usuario 2				Usuario 3			
	Qt1 GSM WiFi		Qt2 GSM WiFi		Qt1 GSM WiFi		Qt2 GSM WiFi		Qt1 GSM WiFi		Qt2 GSM WiFi	
LDA 37 %	49 %	72 %	18 %	22 %	55 %	71 %	6 %	2 %	61 %	68 %	5 %	11 %
HMM 39 %	42 %	66 %	42 %	21 %	46 %	64 %	20 %	8 %	58 %	73 %	2 %	21 %
iLoc-0 47 %	59 %	65 %	9 %	42 %	61 %	67 %	6 %	25 %	70 %	74 %	42 %	41 %
iLoc-2 67 %	68 %	72 %	27 %	90 %	61 %	63 %	35 %	50 %	73 %	79 %	94 %	91 %
iLoc-5 70 %	59 %	73 %	58 %	95 %	48 %	60 %	52 %	72 %	68 %	79 %	81 %	93 %
iLoc-ninguno 45 %	68 %	76 %	10 %	16 %	66 %	66 %	13 %	35 %	83 %	84 %	8 %	10 %
iLoc-man 60 %	62 %	72 %	25 %	86 %	60 %	63 %	24 %	40 %	66 %	69 %	66 %	81 %

Tabla 12. Matriz de transición de estado HMM basándose en flujo de datos Wifi

	Estado1	Estado2	Estado3	Estado4	Estado5
Estado1	37 %	0 %	63 %	0 %	0 %
Estado2	0 %	99 %	0,90 %	0,10 %	0 %
Estado3	82 %	10 %	1 %	7 %	0 %
Estado4	0 %	0,50 %	0,50 %	36 %	63 %
Estado5	0 %	0 %	0 %	56 %	44 %

5 La segunda parte de la Tabla 11 muestra la precisión de iLoc cuando se varía el valor de parámetro de soporte mínimo. Se ensayan cuatro ajustes (0 %, 1 % por defecto, 2 % y 5 %), que se etiquetan iLoc-0, iLoc-por defecto, iLoc-2, y iLoc-5. Cuando más alto es soporte mínimo, menos estados estacionarios se consideran en los estados de transición, y en general mayor es la precisión de predicción. El precio por la precisión mayor es no poder predecir algunos movimientos infrecuentes.

10 La Figura 14A y la Figura 14B son gráficos 1400 y 1450 de número de predicciones realizadas para diferentes umbrales mínimos para probabilidad de ocurrencia de un estado estacionario (nombrado soporte mínimo), de acuerdo con algunas realizaciones. El eje horizontal 1402 es el soporte mínimo en porcentaje (%). El eje vertical 1402 es el número de consultas Qt1 permitidas; y el eje vertical 1454 es el número de consultas Qt2 permitidas. El gráfico 1400 representa consultas Qt1 para el usuario 1 como el trazo 1410a, el usuario 2 como el trazo 1410b y el usuario 3 como el trazo 1410c basándose en el flujo de datos GSM. El gráfico 1400 también representa consultas Qt1 para el usuario 1 como el trazo 1420a, el usuario 2 como el trazo 1420b y el usuario 3 como el trazo 1420c basándose en el flujo de datos WiFi. El gráfico 1450 representa consultas Qt2 para el usuario 1 como el trazo 1460a, el usuario 2 como el trazo 1460b y el usuario 3 como el trazo 1460c basándose en el flujo de datos GSM. El gráfico 1450 también representa consultas Qt2 para el usuario 1 como el trazo 1470a, el usuario 2 como el trazo 1470b y el usuario 3 como el trazo 1470c basándose en el flujo de datos WiFi.

25 Como se muestra en la Figura 14A y en la Figura 14B, a medida que aumenta el soporte mínimo, el número de las consultas que pueden responderse se reduce monótonicamente. En soporte mínimo del 0 %, iLoc puede contestar un número máximo de consultas para tanto Qt1 como Qt2; sin embargo, con la peor precisión. Para Qt1, con soporte mínimo a 1 %, iLoc aún puede responder una porción grande de consultas con buena ganancia en precisión. Para Qt2, al 1 % de soporte mínimo el número de consultas descartadas puede ser grande para algunos ajustes. Sin embargo, la ganancia de precisión es drástica. A medida que soporte mínimo sigue aumentando (por ejemplo, iLoc-2, y iLoc-5), el número de consultas descartadas también aumenta. La ganancia de precisión es únicamente moderada (del 6 % al 9 % de mejoras globales). Por lo tanto, para alcanzar el equilibrio correcto, se eligió un valor de soporte

mínimo del 1 % por defecto.

La tercera parte de la Tabla 11 muestra el efecto de las características temporales. La realización iLoc-ninguna no usa características temporales. El iLoc-ninguna rinde de manera mala para consultas Qt2. Se espera esto puesto que iLoc-ninguno no diferencia movimientos en diferentes contextos de tiempo. Cuando se añaden características temporales mañana, tarde y noche (etiquetadas iLoc-man), el rendimiento mejora drásticamente. El rendimiento se mejora adicionalmente con el conjunto de características completo (etiquetado iLoc-por defecto).

La Figura 15 es un gráfico 1500 de tiempo promedio para realizar una predicción para terminales móviles en movimiento y no en movimiento para células GSM y puntos de acceso WiFi, de acuerdo con algunas realizaciones. El eje horizontal 1502 indica binarios para la consulta y el flujo de datos de señal. El eje vertical 1504 indica el tiempo de ejecución en segundos. La barra 1510 indica el tiempo de ejecución para consultas Qt1 basándose en un flujo de datos GSM. La barra 1520 indica el tiempo de ejecución para consultas Qt2 basándose en un flujo de datos GSM. La barra 1530 indica el tiempo de ejecución para consultas Qt1 basándose en un flujo de datos WiFi. La barra 1540 indica el tiempo de ejecución para consultas Qt2 basándose en un flujo de datos WiFi. La mayoría de las consultas se completan en 5 milisegundos. Con esta velocidad, iLoc puede escalar bien como un servicio web para muchos miles de usuarios.

La estructura iLoc es una estructura abierta. Las realizaciones ilustradas funcionan bien para el entorno de señal móvil. En otras realizaciones se incorporan más entradas de sensor, tales como datos de sensor de acelerómetro para diferencias movimientos de más resolución. En algunas realizaciones, se incorpora la intensidad de señal para ayudar a identificar estados estacionarios más pequeños.

La estructura de aprendizaje iLoc captura dimensiones espaciales y temporales, y puede pronosticar de manera precisa unas ubicaciones futuras del usuario de una manera completamente automática e incremental. Los sistemas de recomendación basados en iLoc pueden enviar de manera precisa información relevante basándose en la información de ubicación prevista. Por ejemplo, un sistema puede capturar automáticamente información de tráfico relevante y preparar información de encaminamiento cuando un usuario está a punto de transitar a otro estado estacionario (por ejemplo, de trabajo a casa) sin ningún comando del usuario. Como alternativa, un sistema puede enviar de manera inteligente anuncios que están relacionados con diferentes estados estacionarios (por ejemplo, enviar cupones de almuerzo cuando un usuario está a punto de ir a almorzar). Para generar valores para millones de usuarios, un sistema debería poder escalar linealmente con la cantidad de información recibida. Se ha mostrado que iLoc puede satisfacer este requisito debido a sus módulos de procesamiento de flujo de datos de señal incremental. La eficacia de creación y almacenamiento de diferentes estados de usuario se ha mostrado empíricamente.

Descripciones de hardware

Los procesos descritos en el presente documento para determinar de manera incremental contexto de ubicación pueden implementarse ventajosamente mediante software, hardware (por ejemplo, un procesador general, chip de Procesamiento de Señales Digitales (DSP), un Circuito Integrado Específico de la Aplicación (ASIC), Campos de Matrices de Puertas Programables (FPGA), etc.), firmware o una combinación de los mismos. Tal hardware a modo de ejemplo para realizar las funciones descritas se detalla a continuación.

La Figura 16 ilustra un sistema informático 1600 en el que puede implementarse una realización de la invención. Aunque el sistema informático 1600 se representa con respecto a un dispositivo particular o equipo, se contempla que otros dispositivos o equipo (por ejemplo, elementos de red, servidores, etc.) dentro de la Figura 16 pueden desplegar el hardware ilustrado y componentes del sistema 1600. El sistema informático 1600 se programa (por ejemplo, a través de código de programa informático o instrucciones) para determinar de manera incremental contexto de ubicación como se describe en el presente documento e incluye un mecanismo de comunicación tal como un bus 1610 para pasar información entre otros componentes internos y externos del sistema informático 1600. Información (también llamada datos) se representa como una expresión física de un fenómeno medible, habitualmente tensiones eléctricas, pero incluyendo, en otras realizaciones, tales fenómenos como interacciones magnéticas, electromagnéticas, de presión, químicas, biológicas, moleculares, atómicas, subatómicas y cuánticas. Por ejemplo, campos magnéticos de norte y sur, o una tensión eléctrica de cero y distinta de cero, representan dos estados (0, 1) de un dígito binario (bit). Otros fenómenos pueden representar dígitos de una base mayor. Una superposición de múltiples y simultáneos estados cuánticos antes de medición representa un bit cuántico (cúbit). Una secuencia de uno o más dígitos constituye datos digitales que se usan para representar un número o código para un carácter. En algunas realizaciones, información llamada a lo largo de datos se representa mediante una continuidad cercana de valores medibles dentro de un intervalo particular. El sistema informático 1600, o una porción del mismo, constituye un medio para realizar una o más etapas de determinación de manera incremental contexto de ubicación.

Un bus 1610 incluye uno o más conductores paralelos de información de modo que se transfiere información rápidamente entre dispositivos acoplados al bus 1610. Uno o más procesadores 1602 para procesar información se acoplan con el bus 1610.

Un procesador 1602 realiza un conjunto de operaciones en información como se especifica por código de programa

informático relacionado con la determinación de manera incremental de contexto de ubicación. El código de programa informático es un conjunto de instrucciones o sentencias que proporciona instrucciones para la operación del procesador y/o el sistema informático para realizar funciones especificadas. El código, por ejemplo, puede escribirse en un lenguaje de programación de ordenador que se compilar en un conjunto de instrucciones nativas del procesador.

5 El código también puede escribirse directamente usando el conjunto de instrucciones nativas (por ejemplo, lenguaje de máquina). El conjunto de operaciones incluye traer información desde el bus 1610 y colocar información en el bus 1610. El conjunto de operaciones también incluye habitualmente comparar dos o más unidades de información, desplazar posiciones de unidades de información, y combinar dos o más unidades de información, tal como mediante operaciones de suma o multiplicación o lógicas como O, O exclusivo (XOR) e Y. Cada operación del conjunto de

10 operaciones que puede realizarse por el procesador se representa al procesador mediante información llamada instrucciones, tal como un código de operación de uno o más dígitos. Una secuencia de operaciones a ejecutar por el procesador 1602, tal como una secuencia de códigos de operación, constituye instrucciones de procesador, también llamadas instrucciones de sistema informático o, simplemente, instrucciones informáticas. Procesadores pueden implementarse como componentes mecánicos, eléctricos, magnéticos, ópticos, químicos o cuánticos, entre otros, solos o en combinación.

El sistema informático 1600 también incluye una memoria 1604 acoplada al bus 1610. La memoria 1604, tal como una memoria de acceso aleatorio (RAM) u otro dispositivo de almacenamiento dinámico, almacena información que incluye instrucciones de procesador para determinar de manera incremental contexto de ubicación. Memoria dinámica permite

20 que información almacenada en la misma se cambie por el sistema informático 1600. RAM permite que una unidad de información almacenada en una ubicación llamada una dirección de memoria se almacene y recupere independientemente de información en direcciones vecinas. La memoria 1604 también se usa por el procesador 1602 para almacenar valores temporales durante ejecución de instrucciones de procesador. El sistema informático 1600 también incluye una memoria de sólo lectura (ROM) 1606 u otro dispositivo de almacenamiento estático acoplado al

25 bus 1610 para almacenar información estática, incluyendo instrucciones, que no se cambia por el sistema informático 1600. Alguna memoria se compone de almacenamiento volátil que pierde la información almacenada en la misma cuando se pierde potencia. También acoplada al bus 1610 hay un dispositivo de almacenamiento (persistente) no volátil 1608, tal como un disco magnético, disco óptico o tarjeta flash, para almacenar información, incluyendo instrucciones, que persiste incluso cuando el sistema informático 1600 se apaga o de otra manera pierde potencia.

Información, incluyendo instrucciones para determinar de manera incremental contexto de ubicación, se proporciona al bus 1610 para su uso por el procesador desde un dispositivo de entrada externo 1612, tal como un teclado que contiene teclas alfanuméricas operadas por un usuario humano, o un sensor. Un sensor detecta condiciones en su

35 vecindad y transforma esas detecciones en expresión física compatible con el fenómeno medible usado para representar información en el sistema informático 1600. Otros dispositivos externos acoplados al bus 1610, usados esencialmente para interactuar con humanos, incluyen un dispositivo de visualización 1614, tal como un tubo de rayos catódicos (CRT) o una pantalla de cristal líquido (LCD), o pantalla de plasma o impresora para presentar texto o imágenes, y un dispositivo apuntador 1616, tal como un ratón o una bola de mando o teclas de dirección de cursor, o sensor de movimiento, para controlar una posición de una imagen de cursor pequeña presentada en el visualizador

40 1614 y emitir órdenes asociadas con elementos gráficos presentados en el visualizador 1614. En algunas realizaciones, por ejemplo, en las realizaciones en las que el sistema informático 1600 realiza todas las funciones automáticamente sin entrada humana, se omite uno o más de dispositivo de entrada externos 1612, dispositivo de visualización 1614 y dispositivo apuntador 1616.

En la realización ilustrada, hardware de fin especial, tal como un circuito integrado de aplicación específica (ASIC) 1620, se acopla al bus 1610. El hardware de fin especial se configura para realizar operaciones no realizadas por el procesador 1602 lo suficientemente rápido para fines especiales. Ejemplos de CI de aplicación específicos incluyen tarjetas aceleradoras de gráficos para generar imágenes para el visualizador 1614, placas criptográficas para cifrar y descifrar mensajes enviados a través de una red, reconocimiento de voz e interfaces a dispositivos externos

50 especiales, tal como brazos robóticos y equipo de escaneo médico que realiza repetidamente alguna secuencia compleja de operaciones que se implementan de forma más eficiente en hardware.

El sistema informático 1600 también incluye una o más instancias de una interfaz de comunicaciones 1670 acoplada al bus 1610. La interfaz de comunicación 1670 proporciona un acoplamiento de comunicación uni o bidireccional a

55 diversos dispositivos externos que operan con sus propios procesadores, tal como impresoras, escáneres y discos externos. En general el acoplamiento es con un enlace de red 1678 que se conecta a una red local 1680 a la que se conectan diversos dispositivos externos con sus propios procesadores. Por ejemplo, interfaz de comunicación 1670 puede ser un puerto paralelo o un puerto en serie o un puerto de bus serial universal (USB) en un ordenador personal. En algunas realizaciones, la interfaz de comunicaciones 1670 es una tarjeta de red digital de servicios integrados (ISDN) o una tarjeta de línea digital de abonado (DSL) o un módem telefónico que proporciona una conexión de

60 comunicación de información a un tipo correspondiente de línea telefónica. En algunas realizaciones, una interfaz de comunicación 1670 es un módem por cable que convierte señales en el bus 1610 en señales para una conexión de comunicación a través de un cable coaxial o en señales ópticas para una conexión de comunicación a través de un cable de fibra óptica. Como otro ejemplo, la interfaz de comunicaciones 1670 puede ser una tarjeta de red de área local (LAN) para proporcionar una conexión de comunicación de datos a una LAN compatible, tal como Ethernet. También pueden implementarse enlaces inalámbricos. Para enlaces inalámbricos, la interfaz de comunicaciones 1670

envía o recibe o tanto envía como recibe señales eléctricas, acústicas o electromagnéticas, incluyendo señales infrarrojas y ópticas, que transportan flujos de información, tal como datos digitales. Por ejemplo, en dispositivos portátiles inalámbricos, tal como teléfonos móviles como teléfonos celulares, la interfaz de comunicaciones 1670 incluye un transmisor y receptor electromagnético de banda de radio llamado un transceptor de radio. En ciertas realizaciones, la interfaz de comunicaciones 1670 habilita conexión a la red de comunicación 105 para obtener flujos de datos de señal del UE 101.

La expresión medio legible por ordenador se usa en el presente documento para hacer referencia a cualquier medio que participa en la provisión de información al procesador 1602, incluyendo instrucciones para ejecución. Un medio de este tipo puede tomar muchas formas, incluyendo, pero sin limitación a, medios no volátiles, medios volátiles y medios de transmisión. Medios no volátiles incluyen, por ejemplo, discos ópticos o magnéticos, tal como el dispositivo de almacenamiento 1608. Medios volátiles incluyen, por ejemplo, la memoria dinámica 1604. Medios de transmisión incluyen, por ejemplo, cables coaxiales, alambre de cobre, cables de fibra óptica y ondas portadoras que viajan a través de espacio sin alambres o cables, tal como ondas acústicas y ondas electromagnéticas, incluyendo ondas de radio, ópticas e infrarrojas. Señales incluyen variaciones transitorias artificiales en amplitud, frecuencia, fase, polarización y otras propiedades físicas transmitidas a través de los medios de transmisión. Formas comunes de medio legible por ordenador incluyen, por ejemplo, un disco flexible, un disco flexible, disco duro, cinta magnética, cualquier otro medio magnético, un CD-ROM, CDRW, DVD, cualquier otro medio óptico, tarjetas perforadas, cinta de papel, láminas de marcas ópticas, cualquier otro medio físico con patrones de agujeros u otro signo ópticamente reconocible, una RAM, una PROM, una EPROM, una FLASH-EPROM, cualquier otro chip o cartucho de memoria, una onda portadora, o cualquier otro medio del que puede leer un ordenador. La expresión medio de almacenamiento legible por ordenador se usa en el presente documento para referirse a cualquier medio legible por ordenador excepto medios de transmisión.

Lógica codificada en uno o más medios tangibles incluye uno o ambos de instrucciones de procesador en un medio de almacenamiento legible por ordenador y hardware de fin especial, tal como el ASIC 1620.

El enlace de red 1678 habitualmente proporciona comunicación de información que usa medios de transmisión a través de una o más redes a otros dispositivos que usan o procesan la información. Por ejemplo, el enlace de red 1678 puede proporcionar una conexión a través de la red local 1680 a un ordenador anfitrión 1682 o al equipo 1684 operado por un Proveedor de Servicio de Internet (ISP). El equipo de ISP 1684 a su vez proporciona servicios de comunicación de datos a través de la red de comunicación con conmutación de paquetes mundial y pública de redes ahora denominadas comúnmente como la Internet 1690.

Un ordenador llamado un anfitrión de servidor 1692 conectado a la Internet aloja un proceso que proporciona un servicio en respuesta a información recibida a través de la Internet. Por ejemplo, el anfitrión de servidor 1692 aloja un proceso que proporciona información que representa datos de video para presentación en el visualizador 1614. Se contempla que los componentes del sistema 1600 pueden desplegarse en diversas configuraciones dentro de otros sistemas informáticos, por ejemplo, anfitrión 1682 y servidor 1692.

Al menos algunas realizaciones de la invención se relacionan con el uso del sistema informático 1600 para implementar algunas o todas las técnicas descritas en el presente documento. De acuerdo con una realización de la invención, esas técnicas se realizan por el sistema informático 1600 en respuesta un procesador 1602 que ejecuta una o más secuencias de una o más instrucciones de procesador contenidas en la memoria 1604. Tales instrucciones, también llamadas instrucciones informáticas, software y código de programa, pueden leerse en la memoria 1604 desde otro medio legible por ordenador tal como el dispositivo de almacenamiento 1608 o el enlace de red 1678. La ejecución de las secuencias de instrucciones contenidas en la memoria 1604 provoca que el procesador 1602 realice una o más de las etapas de método descritas en el presente documento. En realizaciones alternativas, puede usarse hardware, tal como el ASIC 1620, en lugar de o en combinación con software para implementar la invención. Por lo tanto, realizaciones de la invención no se limitan a ninguna combinación específica de hardware y software, a no ser que se indique explícitamente de otra manera en el presente documento.

Las señales transmitidas a través del enlace de red 1678 y otras redes a través de interfaz de comunicaciones 1670, transportan información a y desde el sistema informático 1600. El sistema informático 1600 puede enviar y recibir información, incluyendo código de programa, a través de las redes 1680, 1690 entre otras, a través del enlace de red 1678 y la interfaz de comunicaciones 1670. En un ejemplo usando la Internet 1690, un anfitrión de servidor 1692 transmite código de programa para una aplicación particular, solicitada por un mensaje enviado desde el ordenador 1600, a través de la Internet 1690, equipo de ISP 1684, red local 1680 e interfaz de comunicaciones 1670. El código recibido puede ejecutarse por el procesador 1602 a medida que se recibe, o puede almacenarse en memoria 1604 o en dispositivo de almacenamiento 1608 u otro almacenamiento no volátil para posterior ejecución, o ambos. De esta manera, el sistema informático 1600 puede obtener aplicación código de programa en forma de señales en una onda portadora.

Diversas formas de medio legible por ordenador pueden implicarse en transportar una o más secuencias de instrucciones o datos o ambos al procesador 1602 para ejecución. Por ejemplo, instrucciones y datos pueden transportarse inicialmente en un disco magnético de un ordenador remoto tal como el anfitrión 1682. El ordenador

remoto carga las instrucciones y datos en su memoria dinámica y envía las instrucciones y datos a través de una línea telefónica usando un módem. Un módem local al sistema informático 1600 recibe las instrucciones y datos en una línea telefónica y usa un retransmisor de infrarrojos para convertir las instrucciones y datos a una señal de una onda de portadora de infrarrojos que sirve como el enlace de red 1678. Un detector de infrarrojos que sirve como la interfaz de comunicaciones 1670 recibe las instrucciones y datos transportados en la señal de infrarrojos y coloca información que representa las instrucciones y datos en el bus 1610. El bus 1610 transporta la información a la memoria 1604 desde la que el procesador 1602 recupera y ejecuta las instrucciones usando algunos de los datos enviados con las instrucciones. Las instrucciones y datos recibidos en la memoria 1604 pueden almacenarse opcionalmente en el dispositivo de almacenamiento 1608, o bien antes o bien después de la ejecución por el procesador 1602.

La Figura 17 ilustra un conjunto de chips 1700 en el que puede implementarse una realización de la invención. El conjunto de chips 1700 se programa para determinar de manera incremental contexto de ubicación como se describe en el presente documento e incluye, por ejemplo, los componentes de procesador y memoria descritos con respecto a la Figura 16 incorporados en uno o más paquetes físicos (por ejemplo, chips). A modo de ejemplo, un paquete físico incluye una disposición de uno o más materiales, componentes y/o alambres en un conjunto estructural (por ejemplo, una placa base) para proporcionar una o más características tales como fuerza física, conservación de tamaño o limitación de iteración eléctrica. Se contempla que en ciertas realizaciones el conjunto de chips puede implementarse en un único chip. El conjunto de chips 1700, o una porción del mismo, constituye un medio para realizar una o más etapas de determinación de manera incremental contexto de ubicación.

En una realización, el conjunto de chips 1700 incluye un mecanismo de comunicación tal como un bus 1701 para pasar información entre los componentes del conjunto de chips 1700. Un procesador 1703 tiene conectividad al bus 1701 para ejecutar instrucciones y procesar información almacenada en, por ejemplo, una memoria 1705. El procesador 1703 puede incluir uno o más núcleos de procesamiento con cada núcleo configurado para funcionar independientemente. Un procesador de múltiples núcleos habilita multiprocesamiento dentro de un único paquete físico. Ejemplos de un procesador de múltiples núcleos incluyen dos, cuatro, ocho, o números mayores de núcleos de procesamiento. Como alternativa o además, el procesador 1703 puede incluir uno o más microprocesadores configurados en tándem a través del bus 1701 para habilitar ejecución independiente de instrucciones, canalización y multitratamiento. El procesador 1703 también puede acompañarse con uno o más componentes especializados para realizar ciertas funciones y tareas de procesamiento tal como uno o más procesadores de señales digitales (DSP) 1707, o uno o más circuitos integrados específicos de aplicación (ASIC) 1709. Un DSP 1707 habitualmente se configura para procesar señales del mundo real (por ejemplo, sonido) en tiempo real independientemente del procesador 1703. De manera similar, un ASIC 1709 puede configurarse para realizar funciones especializadas no realizadas fácilmente por un procesador de fin general. Otros componentes especializados para ayudar en la realización de las funciones inventivas descritas en el presente documento incluyen una o más matrices de puertas programables en campo (FPGA) (no mostradas), uno o más controladores (no mostrados), o uno o más otros chips informáticos de fin especial.

El procesador 1703 y componentes adjuntos tienen conectividad con la memoria 1705 a través del bus 1701. La memoria 1705 incluye tanto memoria dinámica (por ejemplo, RAM, disco magnético, disco óptico grabable, etc.) como memoria estática (por ejemplo, ROM, CD-ROM, etc.) para almacenar instrucciones ejecutables que cuando se ejecutan realizan las etapas inventivas descritas en este documento para determinar de manera incremental contexto de ubicación. La memoria 1705 también almacena los datos asociados con o generados por la ejecución de las etapas inventivas.

La Figura 18 es un diagrama de componentes ilustrativos de un terminal móvil (por ejemplo, microteléfono) para comunicaciones, que es capaz de operar en el sistema de la Figura 1, de acuerdo con una realización. En algunas realizaciones, el terminal móvil 1800, o una porción del mismo, constituye un medio para realizar una o más etapas de determinación de manera incremental contexto de ubicación. En general, un receptor de radio se define a menudo en términos de características de extremo frontal y extremo final. El extremo frontal del receptor incluye toda la circuitería de Frecuencia de Radio (RF) mientras que el extremo trasero incluye toda la circuitería de procesamiento de banda base. Como se usa en esta solicitud, el término "circuitería" se refiere a tanto: (1) implementaciones únicamente en hardware (tal como implementaciones únicamente en circuitería analógica y/o digital), como (2) a combinaciones de circuitería y software (y/o firmware) (tal como, a una combinación de procesador o procesadores, incluyendo procesador o procesadores de señales digitales, software y memoria o memorias que trabajan juntos para provocar un aparato, tal como un teléfono móvil o servidor, realice diversas funciones). Esta definición de "circuitería" se aplica a todos los usos de este término en esta solicitud, incluyendo en cualquier reivindicación. Como un ejemplo adicional, como se usa en esta solicitud, el término "circuitería" cubriría también una implementación de solamente un procesador (o múltiples procesadores) y su (o sus) software/o firmware adjunto. El término "circuitería" cubriría también, por ejemplo, un circuito integrado de banda base o circuito integrado de procesador de aplicaciones en un teléfono móvil o un circuito integrado similar en un dispositivo de red celular u otros dispositivos de red.

Componentes internos pertinentes del teléfono incluyen una Unidad Principal de Control (MCU) 1803, un Procesador de Señales Digitales (DSP) 1805, y una unidad receptora/transmisora que incluye una unidad de control de ganancia de micrófono y una unidad de control de ganancia de altavoz. Una unidad de visualización principal 1807 proporciona un visualizador al usuario en soporte de diversas aplicaciones y funciones de terminal móvil que realizan o soportan

- las etapas de determinación de manera incremental de contexto de ubicación. La unidad de visualización 1807 incluye circuitería de visualización configurada para visualizar al menos una porción de una interfaz de usuario del terminal móvil (por ejemplo, teléfono móvil). Adicionalmente, la unidad de visualización 1807 y circuitería de visualización se configuran para facilitar el control de usuario de al menos algunas funciones del terminal móvil. Una circuitería de
- 5 función de audio 1809 incluye un micrófono 1811 y amplificador de micrófono que amplifica la salida de señal de voz del micrófono 1811. La salida de señal de voz amplificada del micrófono 1811 se alimenta en un codificador/decodificador (CÓDEC) 1813.
- Una sección de radio 1815 amplifica potencia y convierte frecuencia para comunicar con una estación base, que se
- 10 incluye en un sistema de comunicación móvil, a través de la antena 1817. El amplificador de potencia (PA) 1819 y la circuitería de transmisor/modulación son operacionalmente sensibles a la MCU 1803, con una salida desde el PA 1819 acoplado al duplexor 1821 o circulador o conmutador de antena, como se conoce en la técnica. El PA 1819 también se acopla a una interfaz de batería y unidad de control de potencia 1820.
- 15 En uso, un usuario de terminal móvil 1801 habla al micrófono 1811 y su voz junto con cualquier ruido de fondo detectado se convierte en una tensión analógica. La tensión analógica se convierte a continuación en una señal digital a través del Convertidor de Analógico a Digital (ADC) 1823. La unidad de control 1803 encamina la señal digital en el DSP 1805 para procesar en el mismo, tal como codificación de voz, codificación de canal, cifrado e intercalado. En una realización, las señales de voz procesadas se codifican, mediante unidades no mostradas separadamente, usando
- 20 un protocolo de transmisión celular tal como evolución global (EDGE), servicio general de paquetes de radio (GPRS), sistema global para comunicaciones móviles (GSM), subsistema multimedia de protocolo de internet (IMS), sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS), etc., así como cualquier otro medio inalámbrico adecuado, por ejemplo, acceso de microondas (WiMAX), Redes de Evolución a Largo Plazo (LTE), acceso múltiple por división de código (CDMA), acceso múltiple por división de código de banda ancha (WCDMA), fidelidad inalámbrica (WiFi), satélite y similares.
- 25 Las señales codificadas se encaminan a continuación a un ecualizador 1825 para compensación de cualquier deficiencia dependiente de frecuencia que se produzca durante transmisión a través del aire tal como distorsión de fase y amplitud. Después de ecualizar el flujo de bits, el modulador 1827 combina la señal con una señal de RF generada en la interfaz de RF 1829. El modulador 1827 genera una onda sinusoidal por medio de modulación de frecuencia o pase. Para preparar la señal para transmisión, un convertidor ascendente 1831 combina la salida de onda sinusoidal del modulador 1827 con otra onda sinusoidal generada por un sintetizador 1833 para conseguir la frecuencia deseada de transmisión. La señal se envía a continuación a través de un PA 1819 para aumentar la señal a un nivel
- 30 de potencia apropiado. En sistemas prácticos, el PA 1819 actúa como un amplificador de ganancia variable cuya ganancia se controla por el DSP 1805 a partir de información recibida desde una estación base de red. La señal se filtra a continuación dentro del duplexor 1821 y opcionalmente se envía a un acoplador de antena 1835 para igualar impedancias para proporcionar máxima transferencia de potencia. Finalmente, la señal se transmite a través de antena 1817 a una estación base local. Un control automático de ganancia (AGC) puede suministrarse para controlar la ganancia de las etapas finales del receptor. Las señales pueden reenviarse desde ahí a un teléfono remoto que puede
- 35 ser otro teléfono celular, otro teléfono móvil o una línea terrestre conectada Red Telefónica Pública Conmutada (PSTN), u otras redes telefónicas.
- Señales de voz transmitidas al terminal móvil 1801 se reciben a través de antena 1817 y se amplifican inmediatamente por un amplificador de bajo ruido (LNA) 1837. Un convertidor descendente 1839 disminuye la frecuencia de portadora
- 45 mientras el demodulador 1841 quita la RF dejando únicamente un flujo de bits digital. La señal a continuación va a través del ecualizador 1825 y se procesa por el DSP 1805. Un Convertidor de Digital a Analógico (DAC) 1843 convierte la señal y la salida resultante se transmite al usuario a través del altavoz 1845, todo bajo el control de una Unidad Principal de Control (MCU) 1803-que puede implementarse como una Unidad de Procesamiento Central (CPU) (no mostrada).
- 50 La MCU 1803 recibe diversas señales que incluyen señales de entrada desde el teclado 1847. El teclado 1847 y/o la MCU 1803 en combinación con otros componentes de entrada de usuario (por ejemplo, el micrófono 1811) comprenden una circuitería de interfaz de usuario para gestionar entrada de usuario. La MCU 1803 ejecuta un software de interfaz de usuario para facilitar el control de usuario de al menos algunas funciones del terminal móvil 1801 para
- 55 enviar entrada de usuario o un flujo de datos de señal para determinar de manera incremental contexto de ubicación. La MCU 1803 también distribuye una orden de visualización y una orden de conmutación al visualizador 1807 y al controlador de conmutación de salida de voz, respectivamente. Además, la MCU 1803 intercambia información con el DSP 1805 y puede acceder a una tarjeta SIM 1849 opcionalmente incorporada y una memoria 1851. Además, la MCU 1803 ejecuta diversas funciones de control requeridas del terminal. El DSP 1805 puede, dependiendo de la implementación, realizar cualquiera de diversas funciones de procesamiento digitales convencionales en las señales
- 60 de voz. Adicionalmente, el DSP 1805 determina el nivel de ruido de fondo del ambiente local desde las señales detectadas por el micrófono 1811 y establece la ganancia de micrófono 1811 a un nivel seleccionado para compensar la tendencia natural del usuario del terminal móvil 1801.
- 65 El CÓDEC 1813 incluye el ADC 1823 y DAC 1843. La memoria 1851 almacena diversos datos que incluyen todos los datos de tono entrantes y es capaz de almacenar otros datos que incluyen datos de música recibidos a través de, por

ejemplo, la Internet global. El módulo de software podría residir en memoria RAM, memoria flash, registros o cualquier otra forma de medio de almacenamiento grabable conocido en la técnica. El dispositivo de memoria 1851 puede ser, pero sin limitación, una memoria única, CD, DVD, ROM, RAM, EEPROM, almacenamiento óptico o cualquier otro medio de almacenamiento no volátil capaz de almacenar datos digitales.

5 Una tarjeta SIM 1849 opcionalmente incorporada transporta, por ejemplo, información importante, tal como el número de teléfono celular, la operadora que suministra el servicio, detalles de suscripción e información de seguridad. La tarjeta SIM 1849 sirve esencialmente para identificar el terminal móvil 1801 en una red de radio. La tarjeta 1849 también
10 contiene una memoria para almacenar un registro de números de teléfono personal, mensajes de texto y ajustes de terminal móvil específicos de usuario.

Mientras la invención se ha descrito en conexión con un número de realizaciones e implementaciones, la invención no se limita de esta forma, sino que cubre diversas modificaciones obvias y disposiciones equivalentes, que pertenecen al ámbito de las reivindicaciones adjuntas. Aunque características de la invención se expresan en ciertas
15 combinaciones entre las reivindicaciones, se contempla que estas características pueden disponerse en cualquier combinación y orden.

REIVINDICACIONES

1. Un método que comprende:

5 recibir (301) datos de señal que indican un conjunto de una o más fuentes de señal distintas a partir de las cuales se reciben señales en un dispositivo móvil (10) para cada uno de una pluralidad de diferentes tiempos; determinar (305) si el dispositivo móvil (101) está moviéndose fuera de un área especificada en un tiempo actual de la pluralidad de diferentes tiempos basándose en los datos de señal; si se determina que el dispositivo móvil no está moviéndose fuera del área especificada, provocar a continuación al menos en parte un incremento de un contador para un estado estacionario asociado al conjunto de una o más fuentes de señal distintas en el tiempo actual; determinar un conjunto primario de estados estacionarios, cada estado estacionario en el conjunto primario asociado a un contador frecuentemente incrementado para uno o más conjuntos similares de una o más fuentes de señal distintas cuando el dispositivo móvil (101) no se está moviendo fuera del área especificada; y
10
15 provocar (313) al menos en parte el inicio de la entrega de un servicio al dispositivo móvil basándose en cada estado estacionario en el conjunto primario determinado de estados estacionarios.

2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde determinar si el dispositivo móvil (101) está moviéndose fuera del área especificada comprende determinar si una medida de similitud, entre un primer conjunto de una o más fuentes de señal distintas en una ventana de tiempo que finaliza en el tiempo actual y un segundo conjunto de una o más fuentes de señal distintas en una ventana de tiempo que finaliza en un tiempo anterior al tiempo actual, está por debajo de un umbral de movimiento.
20

3. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en donde incrementar el contador para el estado estacionario comprende adicionalmente:
25

determinar una probabilidad condicional para cada transmisor inalámbrico del conjunto de transmisores inalámbricos dado un estado estacionario existente; determinar una probabilidad condicional para el estado estacionario existente dado el conjunto de una o más fuentes de señal distintas basándose en la probabilidad condicional para cada transmisor inalámbrico del conjunto de transmisores inalámbricos dado el estado estacionario existente; y actualizar un contador del estado estacionario existente si la probabilidad condicional para el estado existente dado el conjunto de una o más fuentes de señal distintas es mayor que un umbral de agrupación.
30

4. Un método de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende adicionalmente determinar un estado de transición asociado a un cambio de un primer estado estacionario a un segundo estado estacionario del conjunto primario de estados estacionarios.
35

5. Un método de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el primer estado estacionario es idéntico al segundo estado estacionario.
40

6. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4 a 5, en donde determinar el estado de transición comprende adicionalmente incrementar un contador para el estado de transición, en donde el contador está asociado a la duración en el primer estado estacionario y un contexto de temporización cuando se determina el estado de transición.
45

7. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, que comprende adicionalmente predecir el estado de transición basándose en un último estado estacionario antes del tiempo actual y un contexto de tiempo para el tiempo actual y un historial de aparición del estado de transición, en donde la entrega del servicio al dispositivo móvil (101) basándose en el estado estacionario comprende adicionalmente entregar el servicio basándose en el estado de transición previsto.
50

8. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde entregar el servicio al dispositivo móvil (101) basándose en el estado estacionario comprende adicionalmente determinar un tipo de servicio basándose en comunicaciones por el usuario durante el estado estacionario.
55

9. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, en donde entregar el servicio al dispositivo móvil (101) basándose en el estado estacionario comprende adicionalmente determinar un tipo de servicio basándose en un estado de transición que incluye el estado estacionario.
60

10. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7 o 9, que comprende adicionalmente predecir el estado de transición:
65

determinando un estado de transición más probable en el tiempo actual; y determinando un estado de transición más probable en un tiempo futuro dado el estado de transición más probable en el tiempo actual.

11. Un aparato que comprende medios para realizar el método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.

5 12. Un producto de programa informático que cuando es ejecutado por un procesador de un aparato provoca que el aparato realice un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.

FIG. 1A

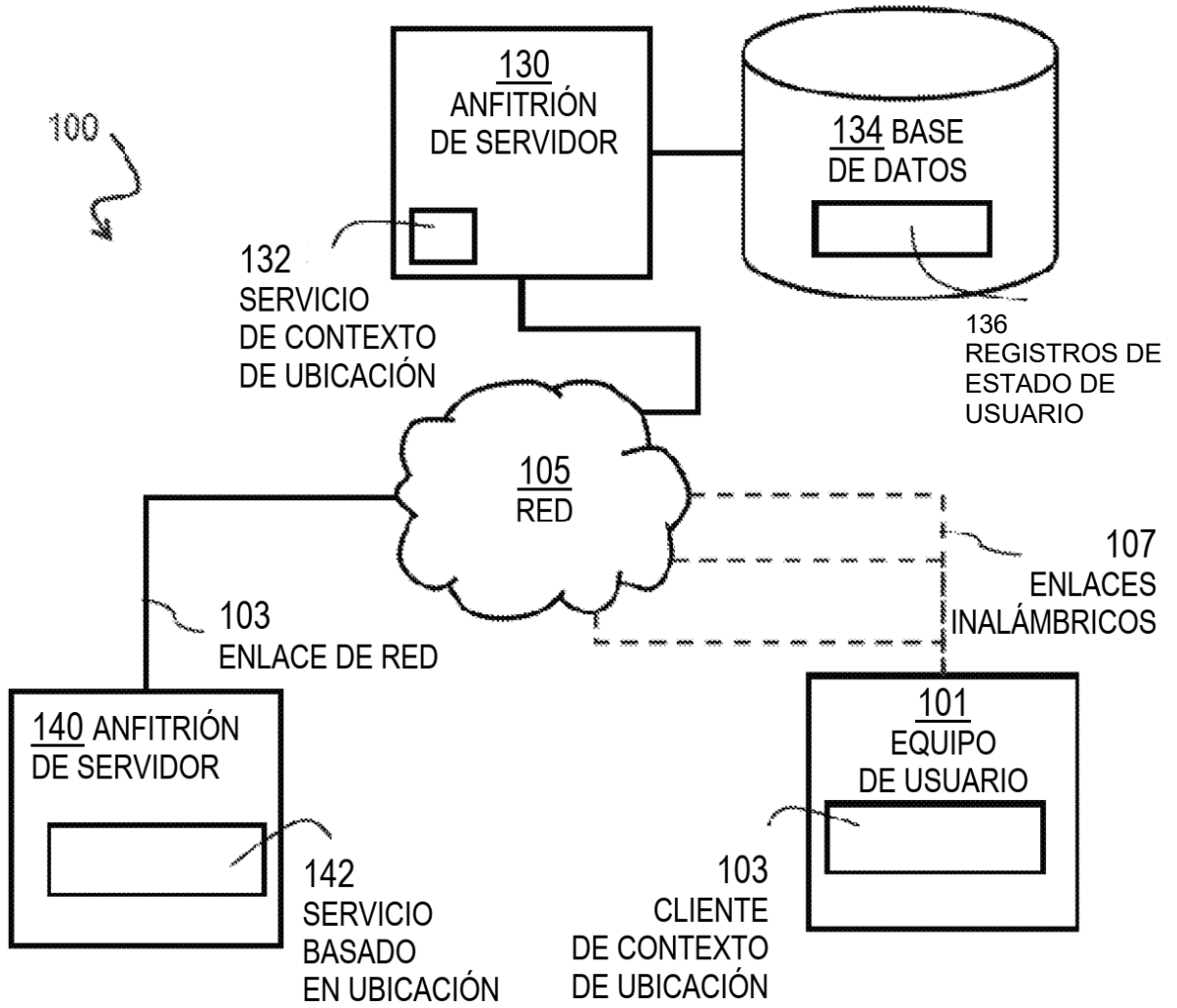


FIG. 1B

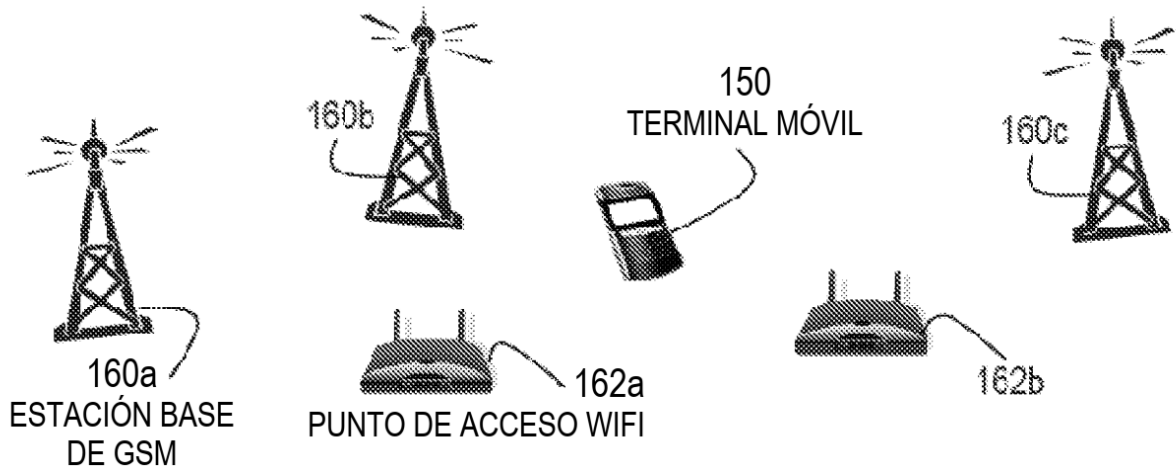


FIG. 2A

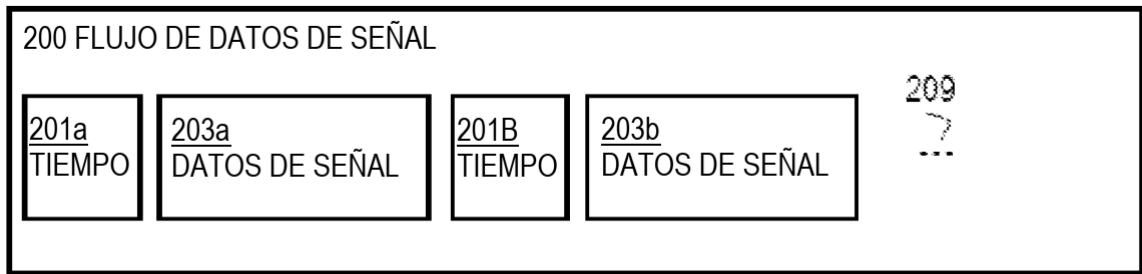


FIG. 2B

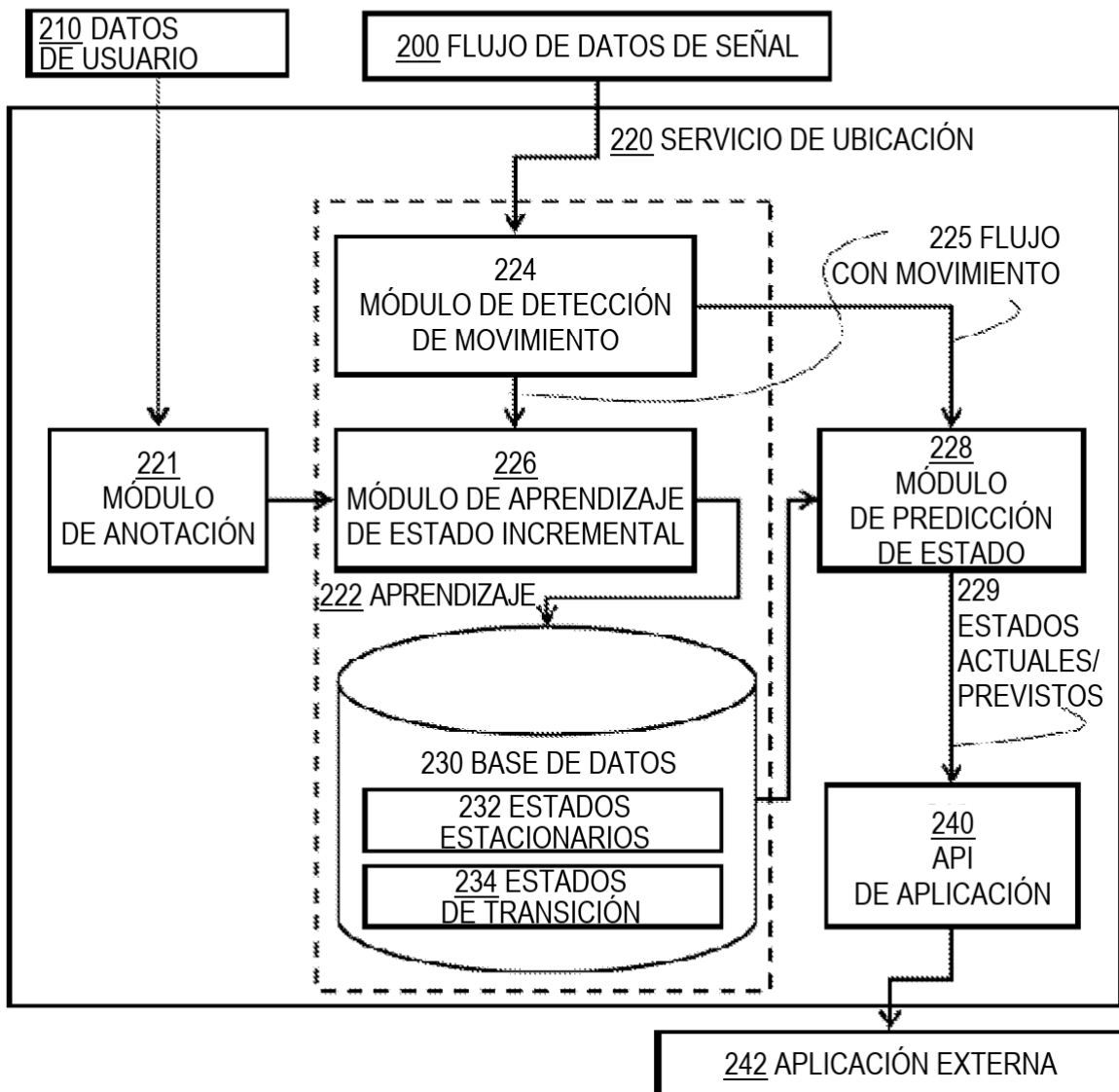


FIG. 2C

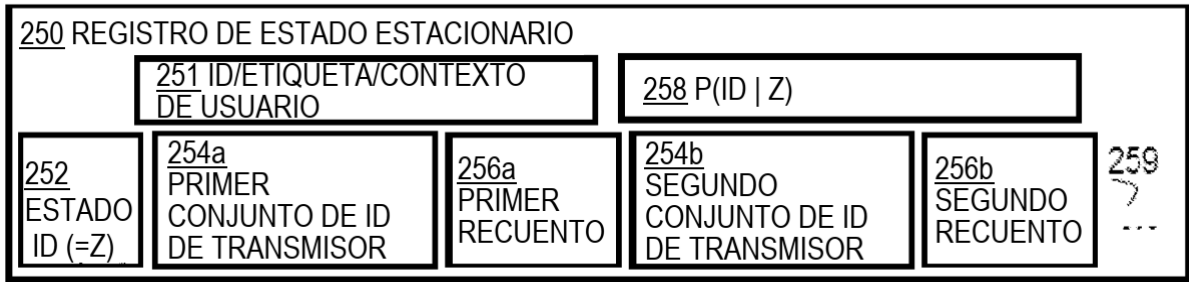


FIG. 2D

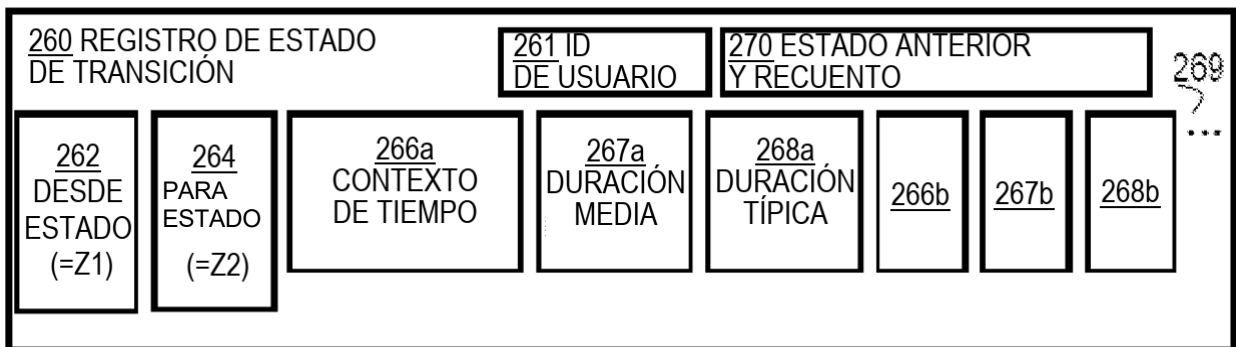


FIG. 3

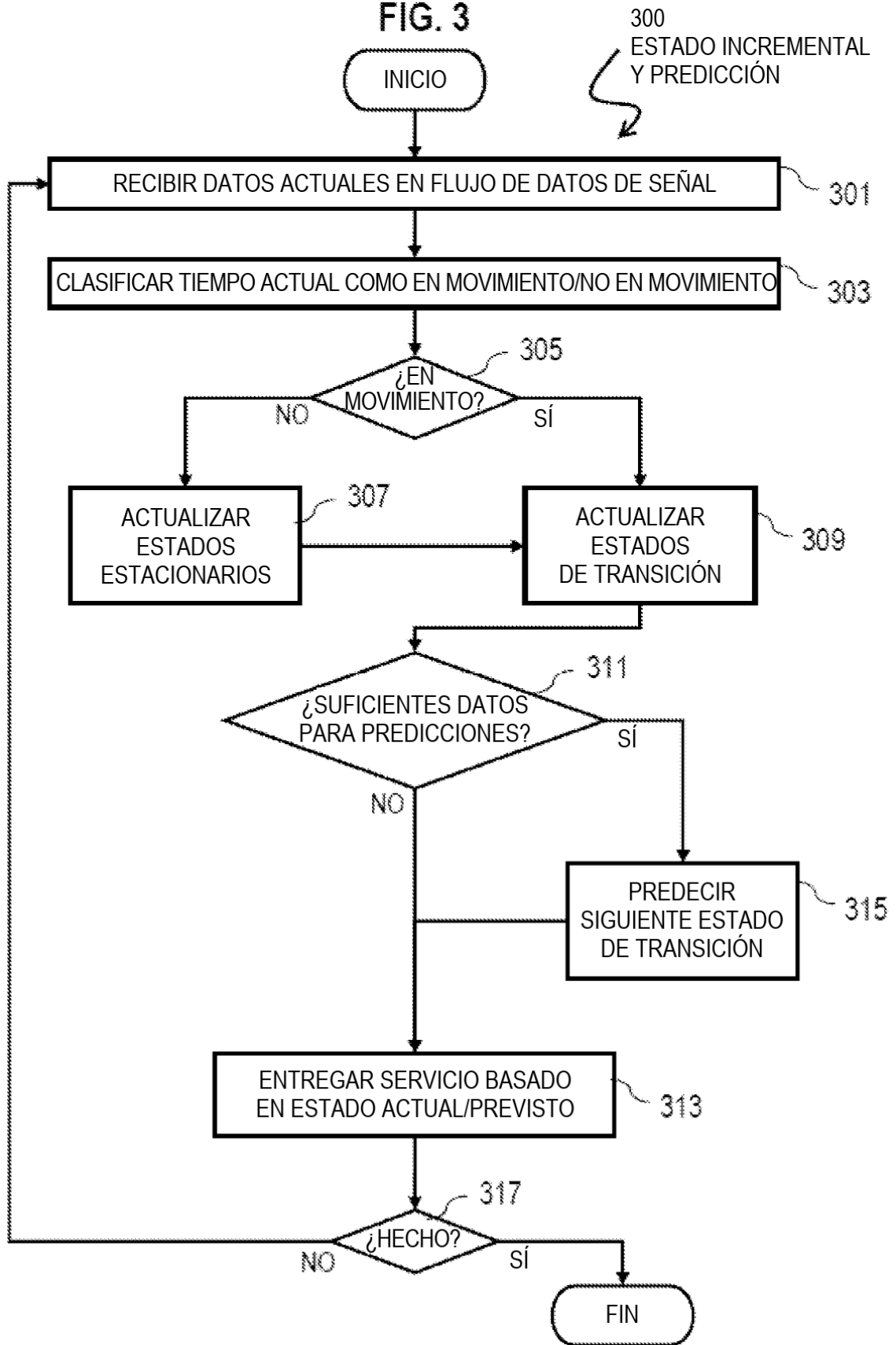


FIG. 4

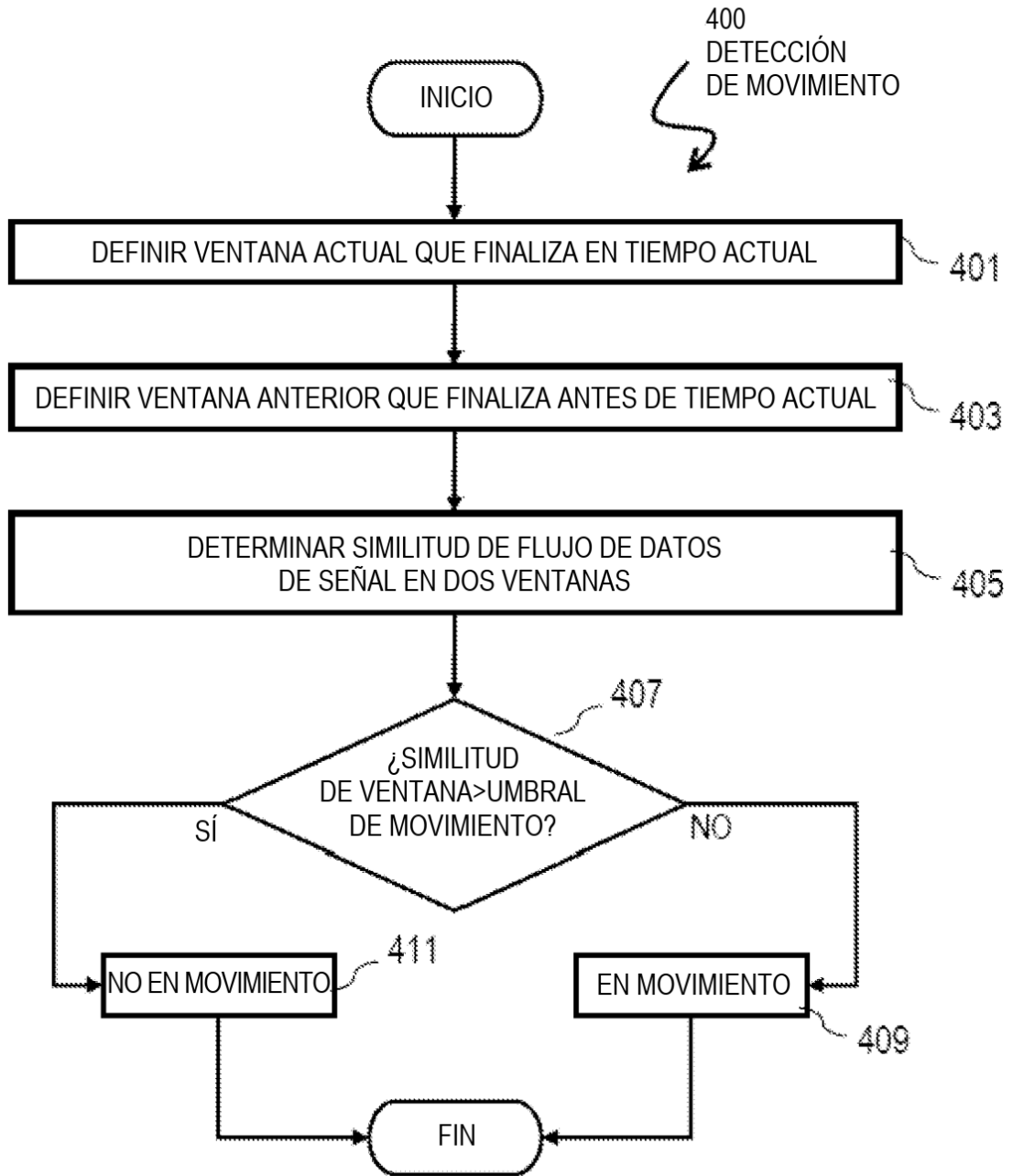


FIG. 5

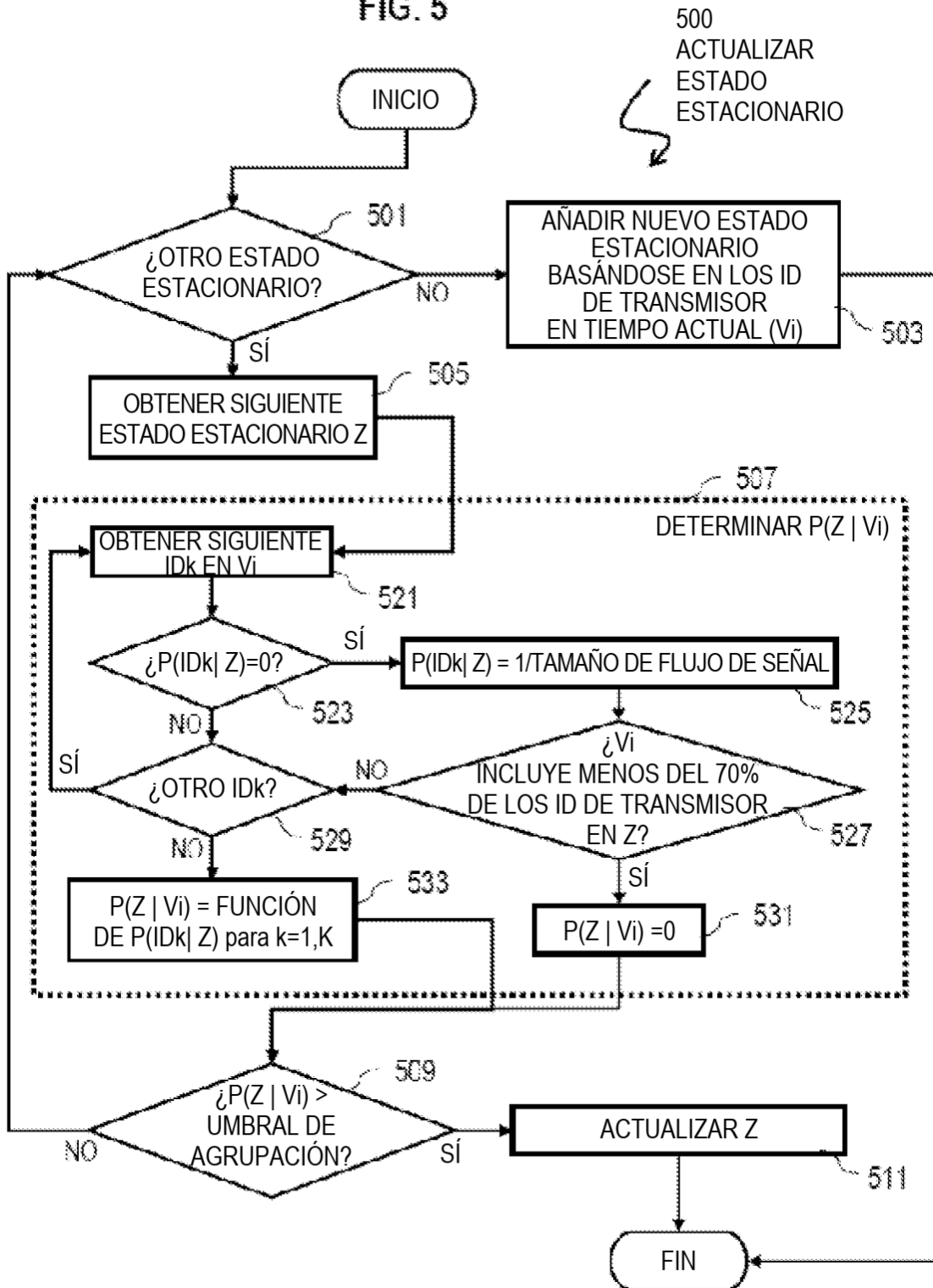


FIG. 6A

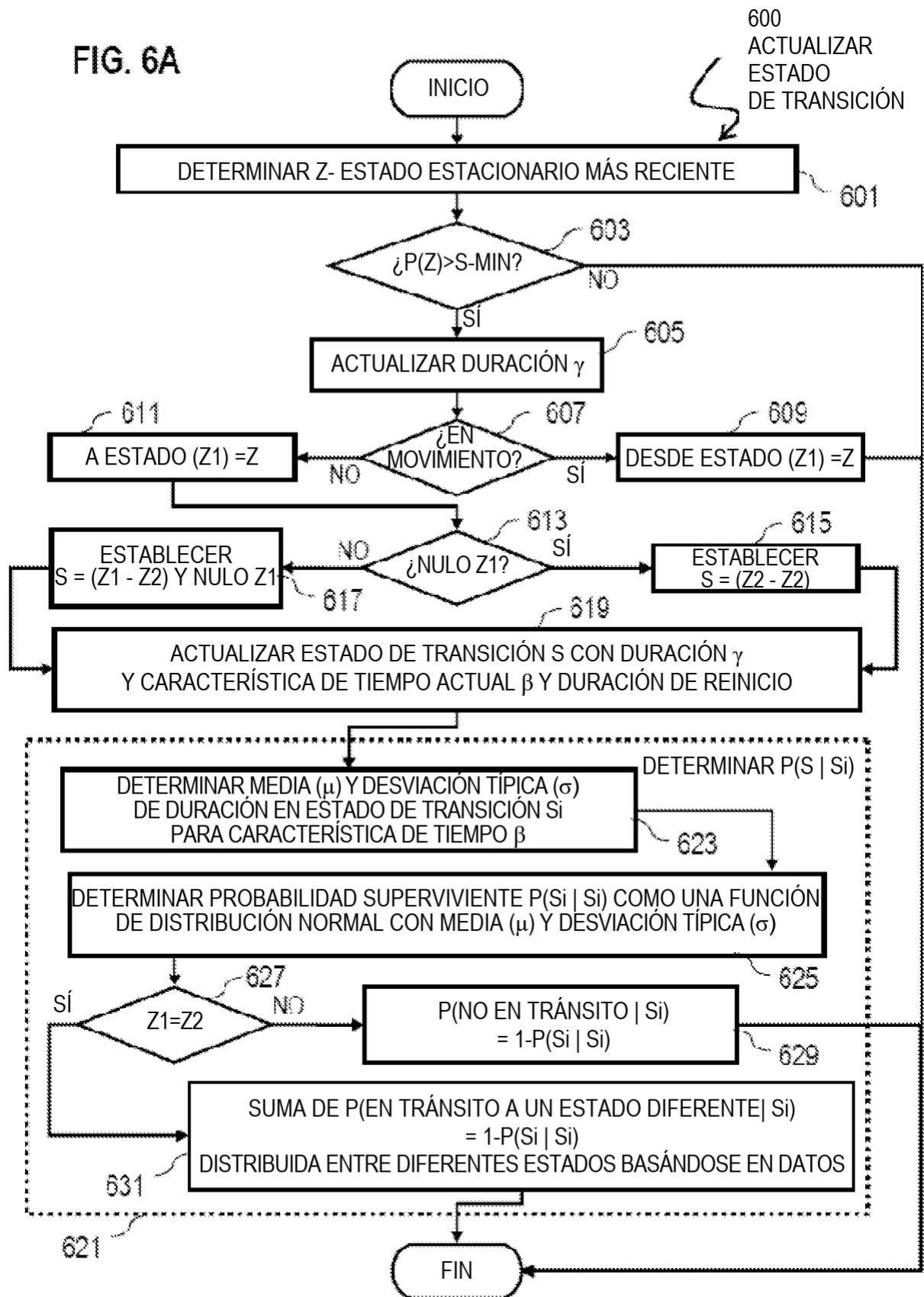


FIG. 6B

650
PRECEDENCIA
DE CARACTERÍSTICA
TEMPORAL

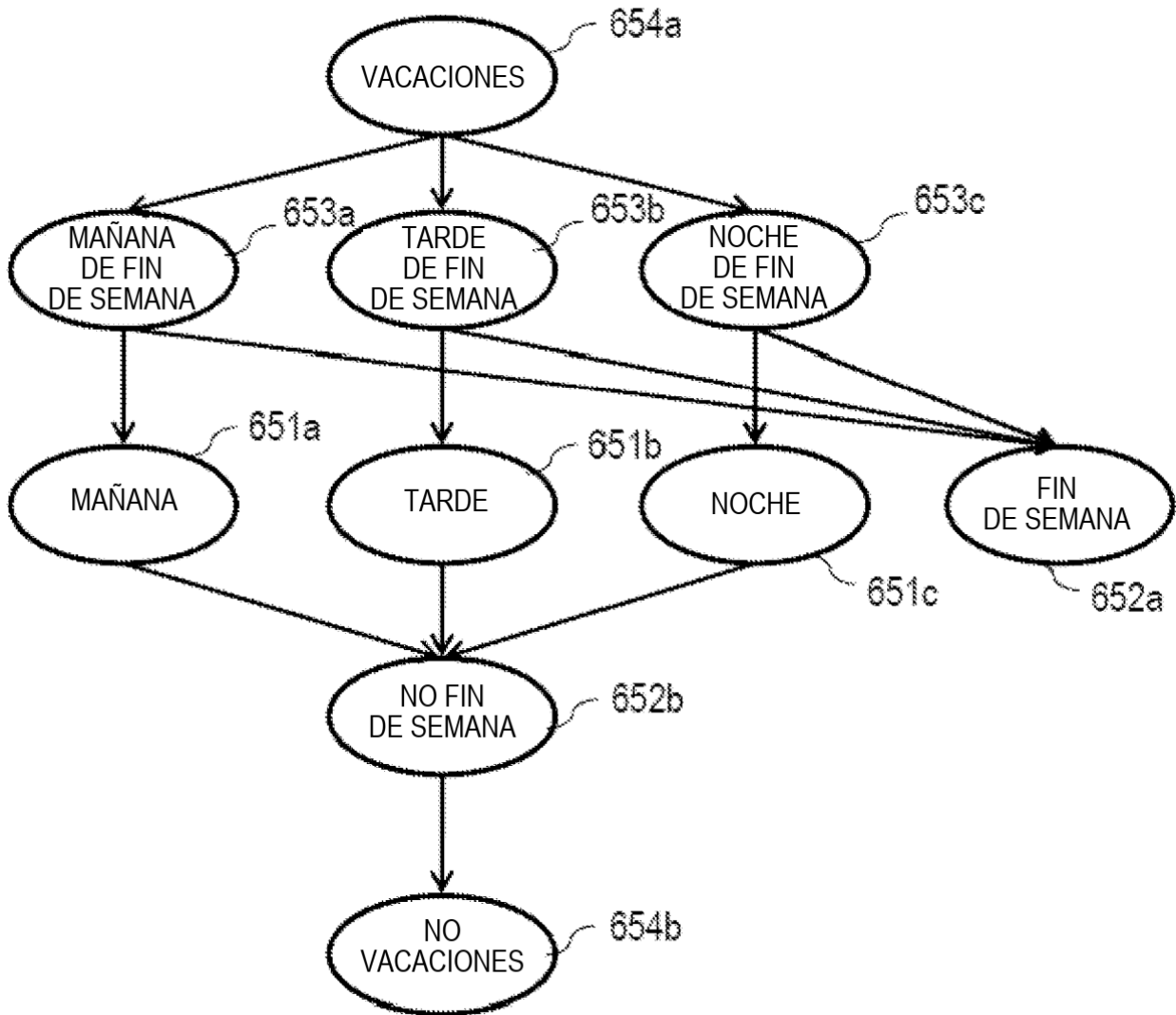


FIG. 7A

700
PREDECIR
SIGUIENTE ESTADO
ESTACIONARIO

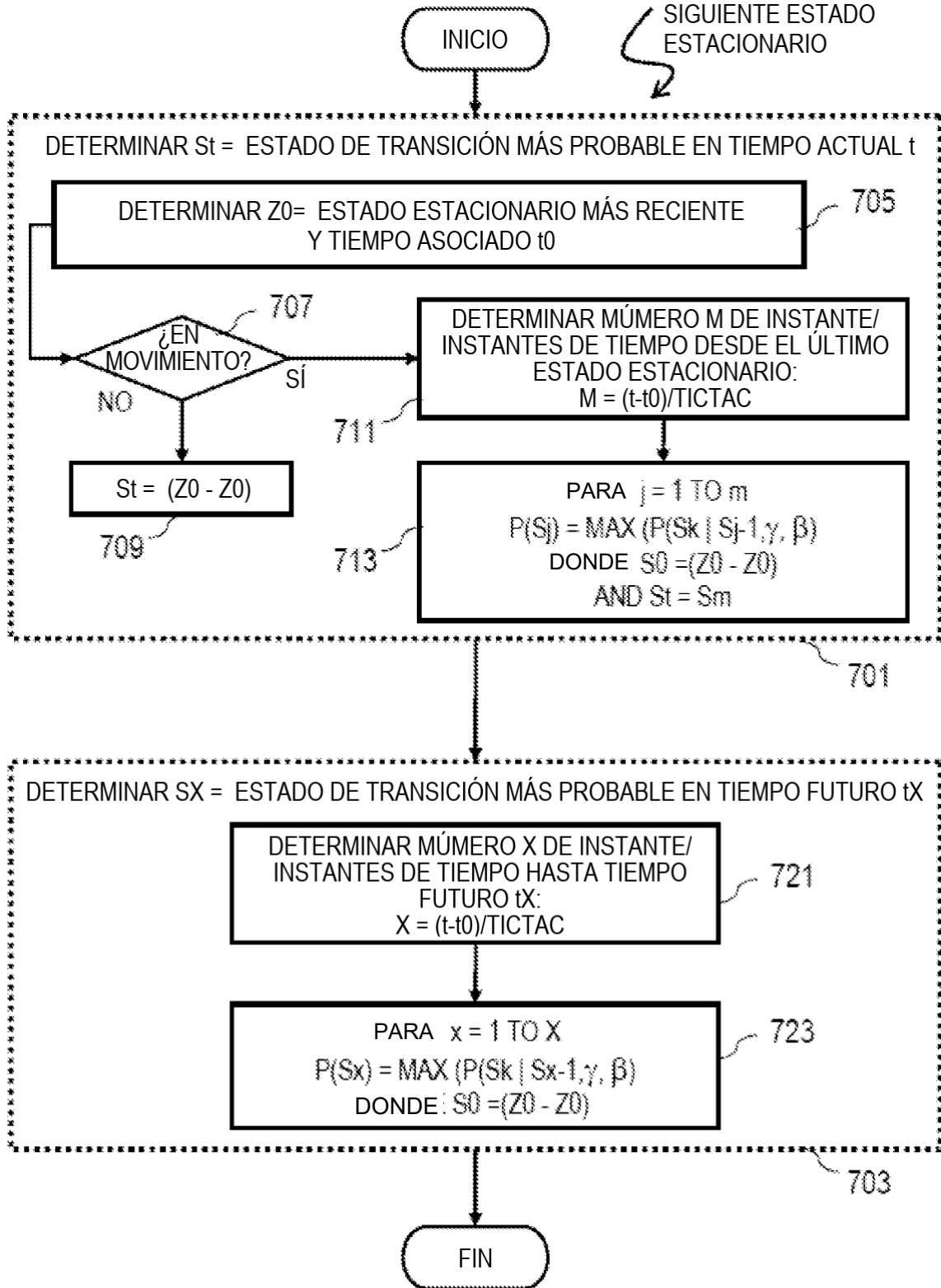


FIG. 7B

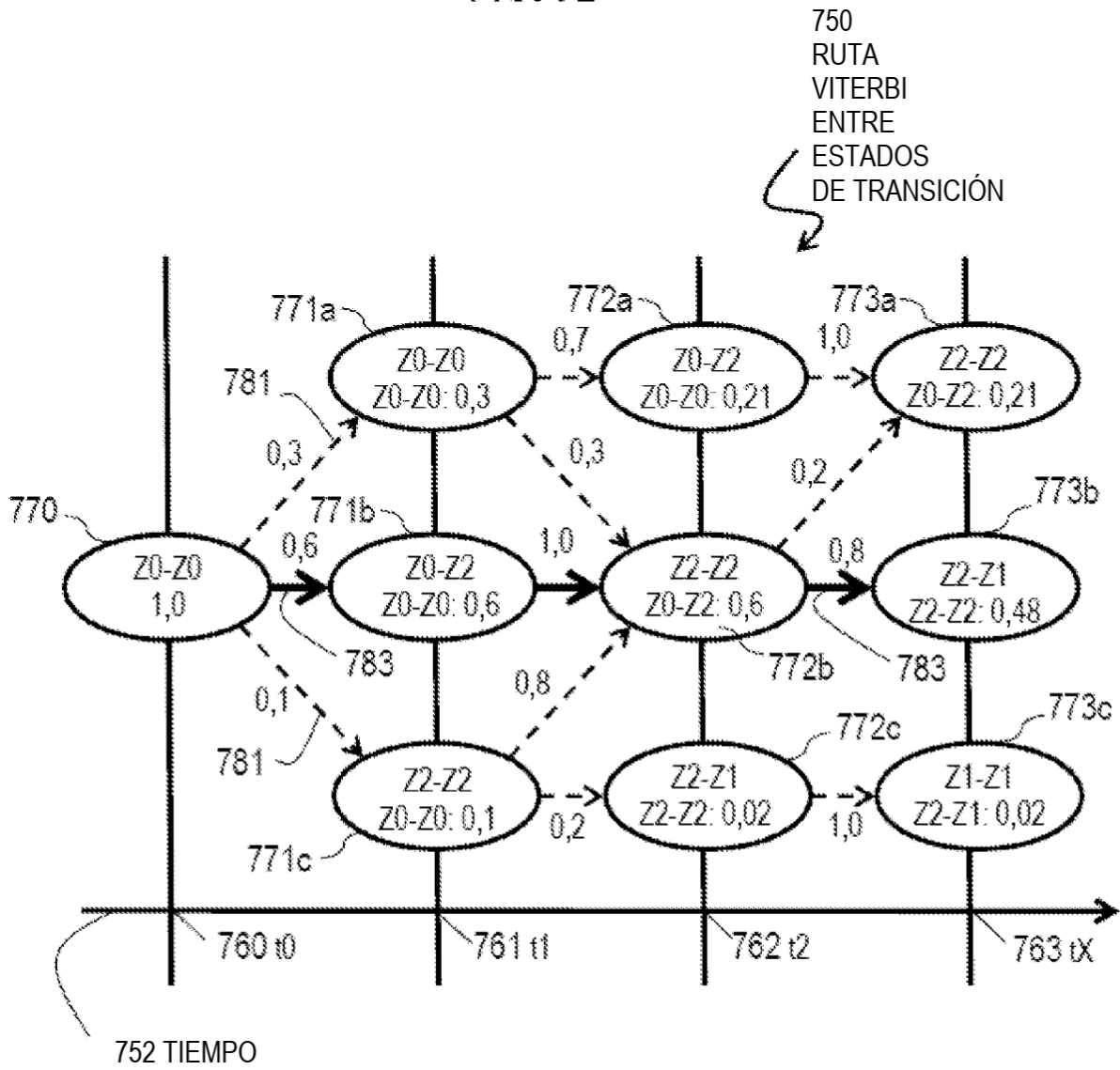


FIG. 8A

Cliente	13:57
bt: 15 dispositivos hallados	☺
eb:	☺
gps: detectar movimiento	☺
gsm: 7 barras	☺
sys: 100 % de batería	☺
etiquetas	☺
wlan: 17 dispositivos hallados	☺
accel	☺
registro_llamada	☺
contactos	☺
reproductor_medios	☺
proceso	☺
Opciones	Más

800
 DATOS
 DE CLIENTE
 DE CONTEXTO
 DE UBICACIÓN

FIG. 8B

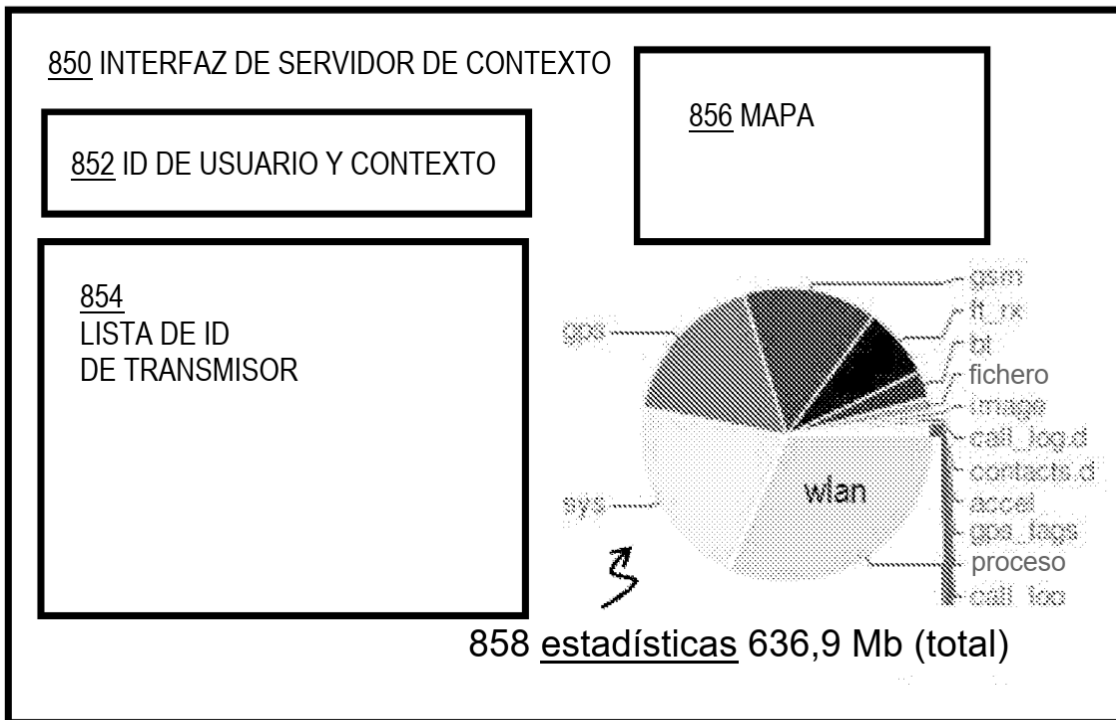


FIG. 9A

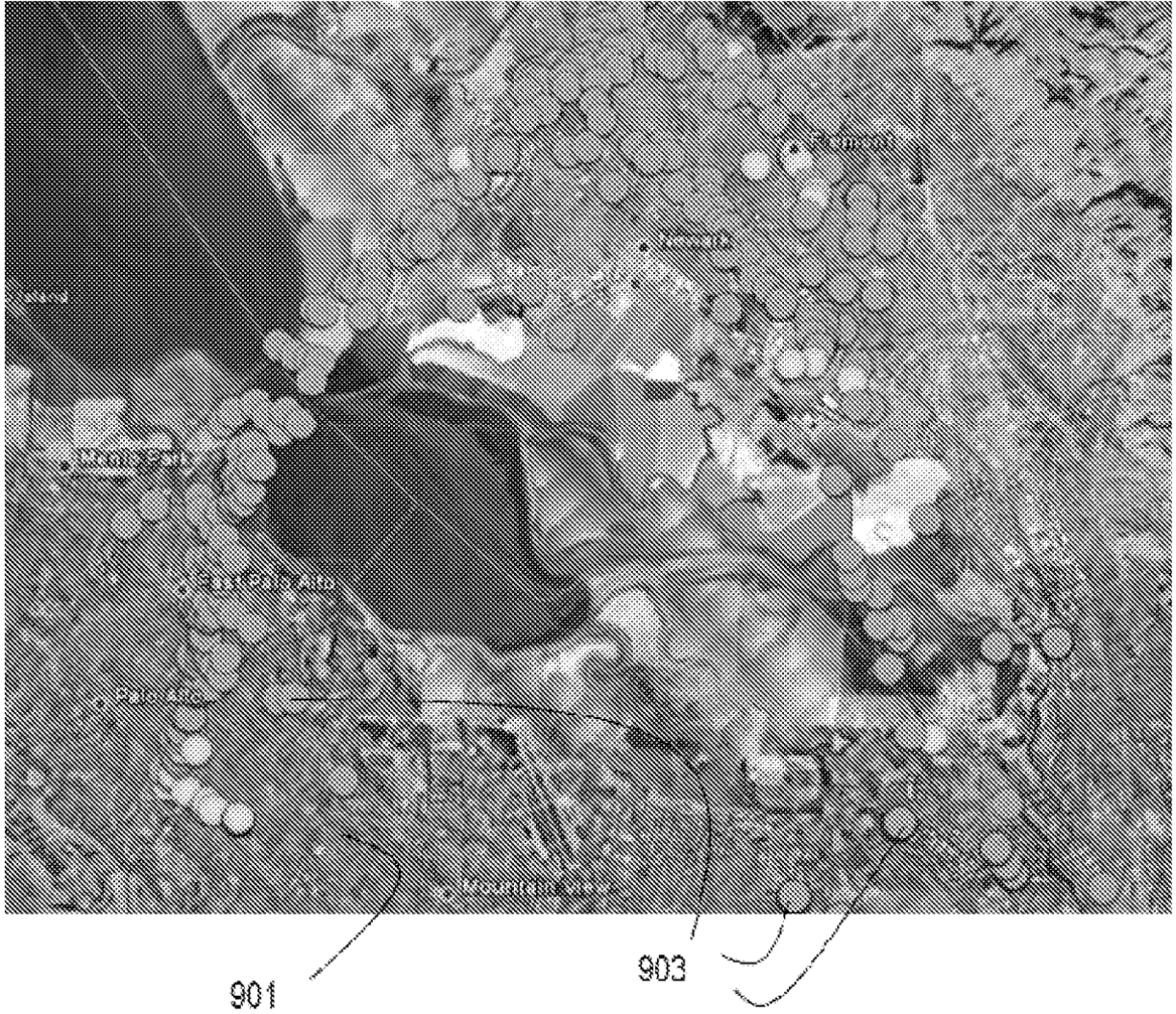


FIG. 9B



901

905

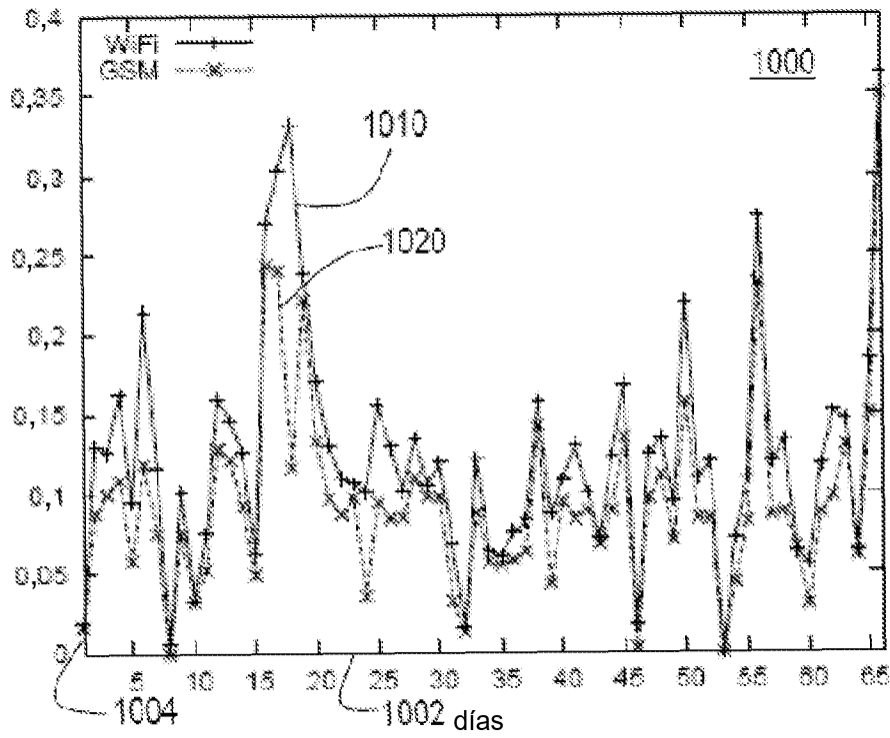


FIG. 10A

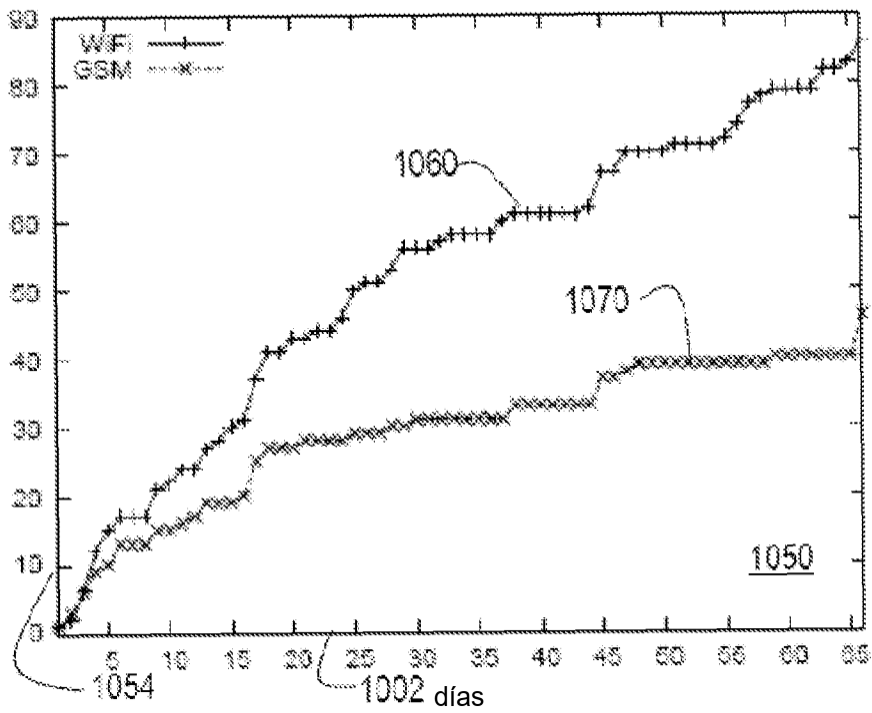
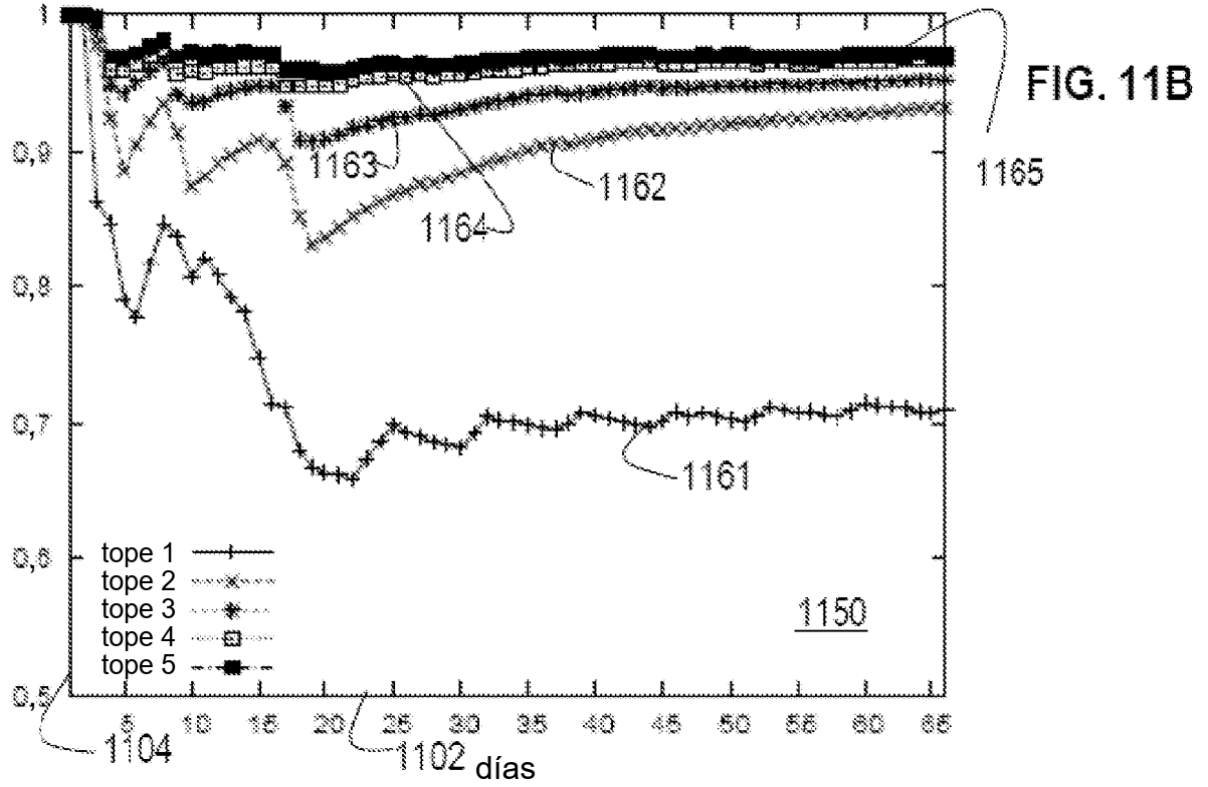
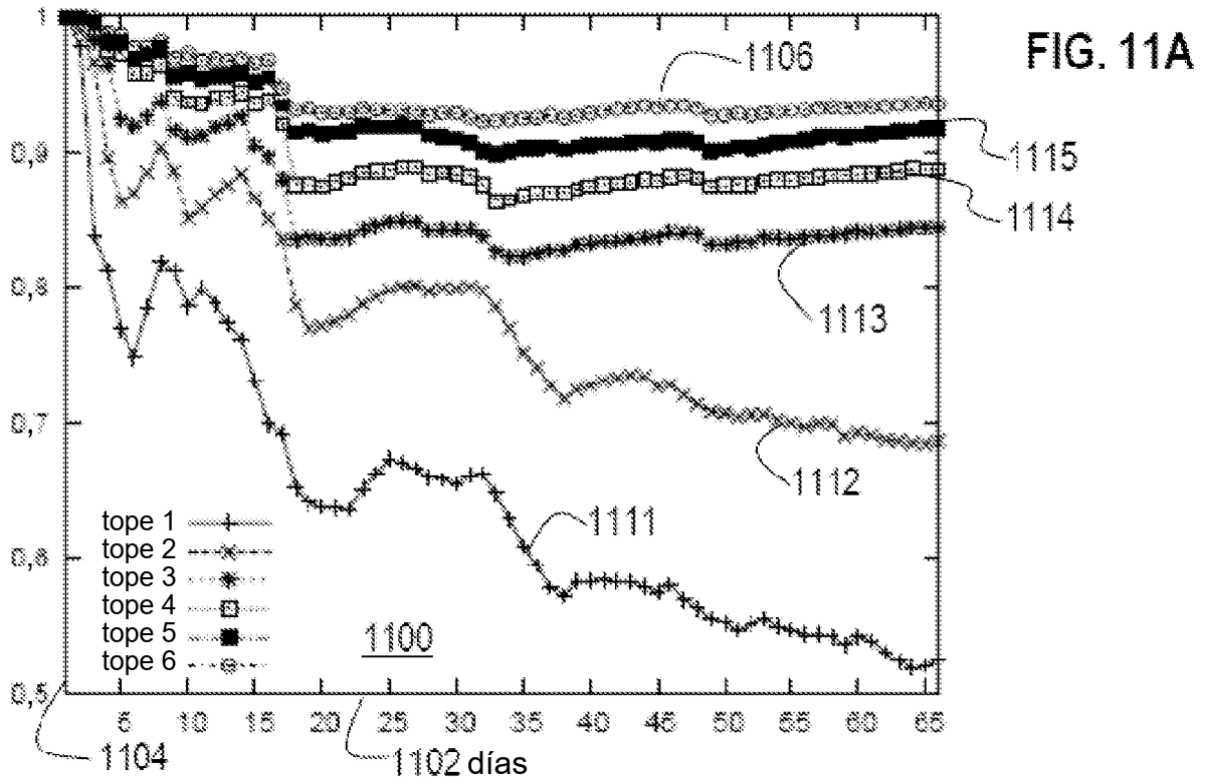


FIG. 10B



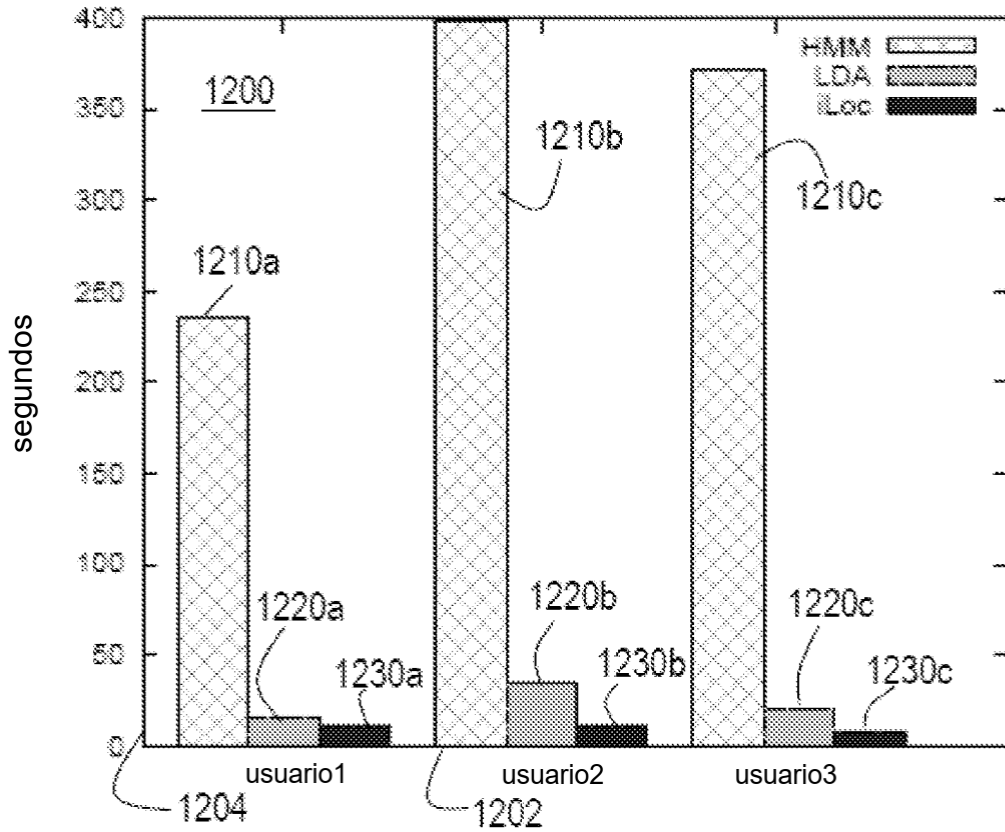


FIG. 12A

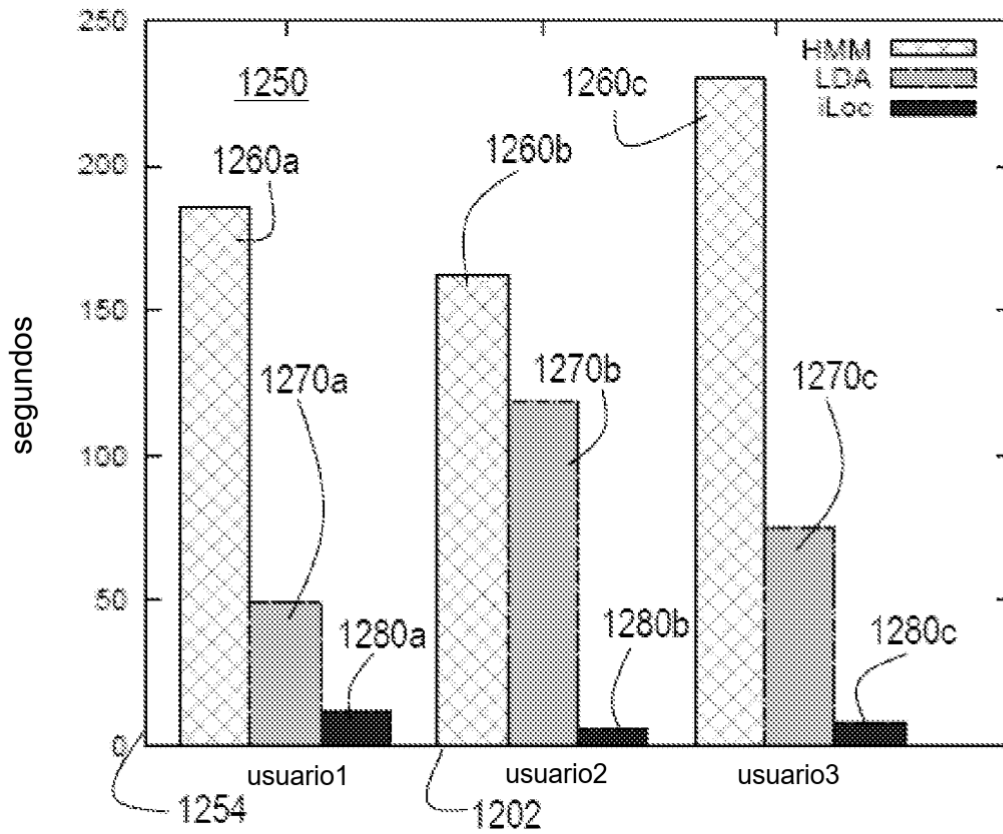
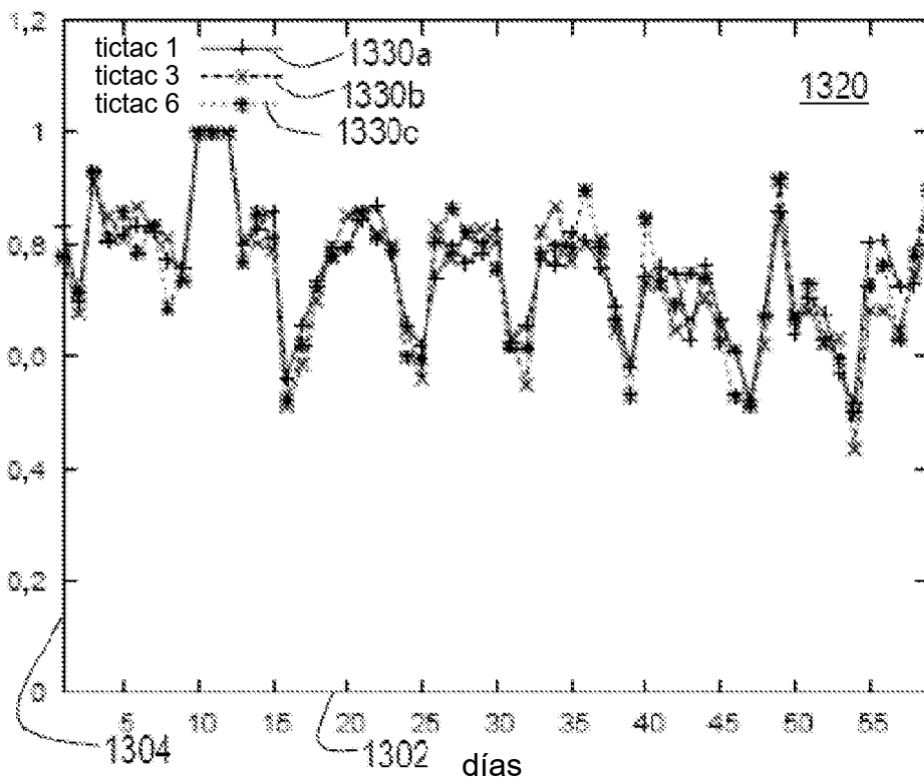
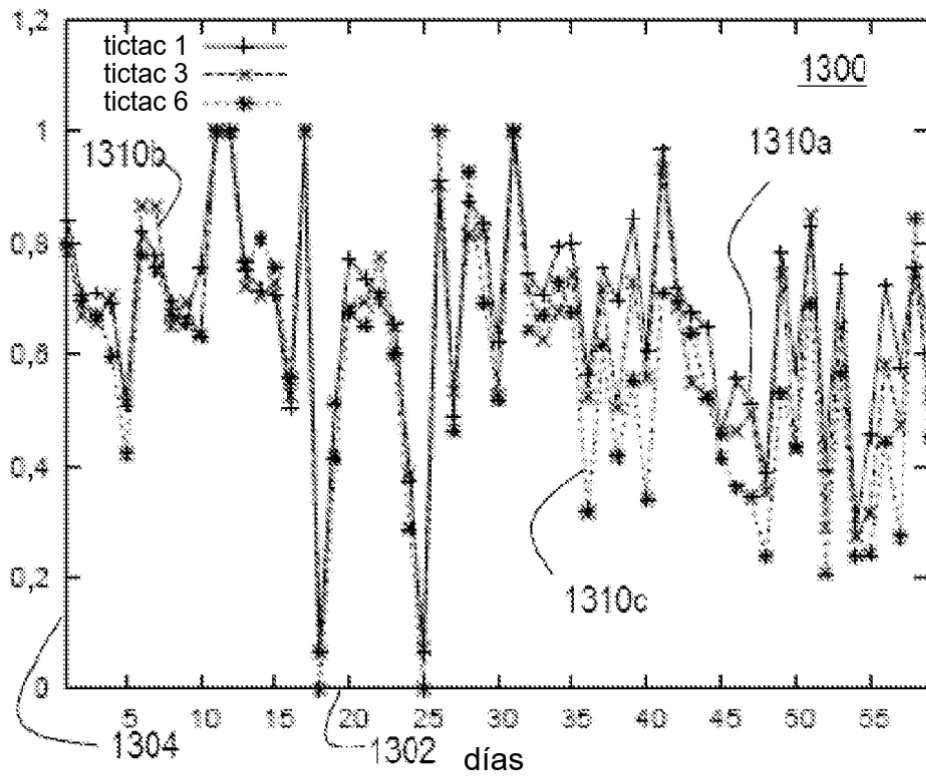
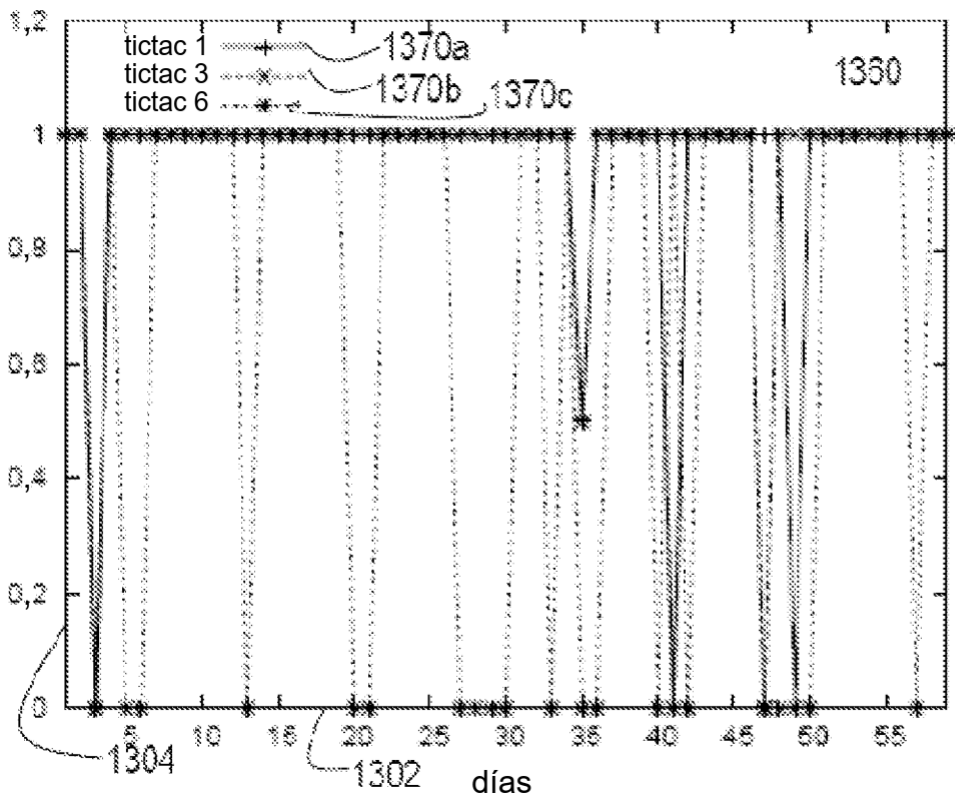
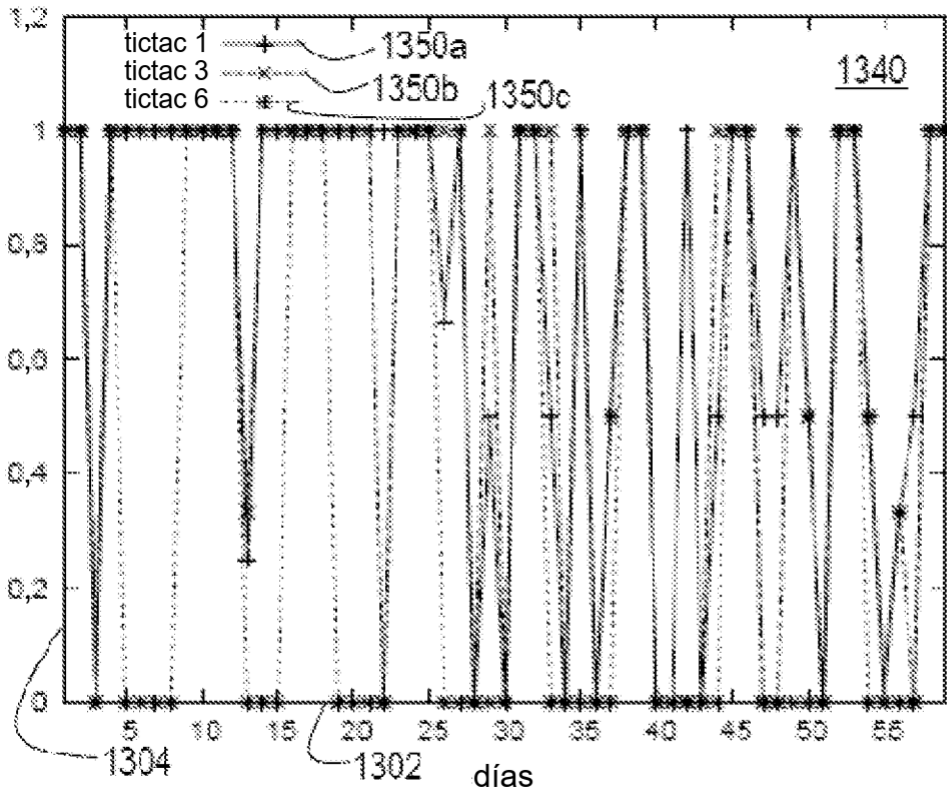


FIG. 12B





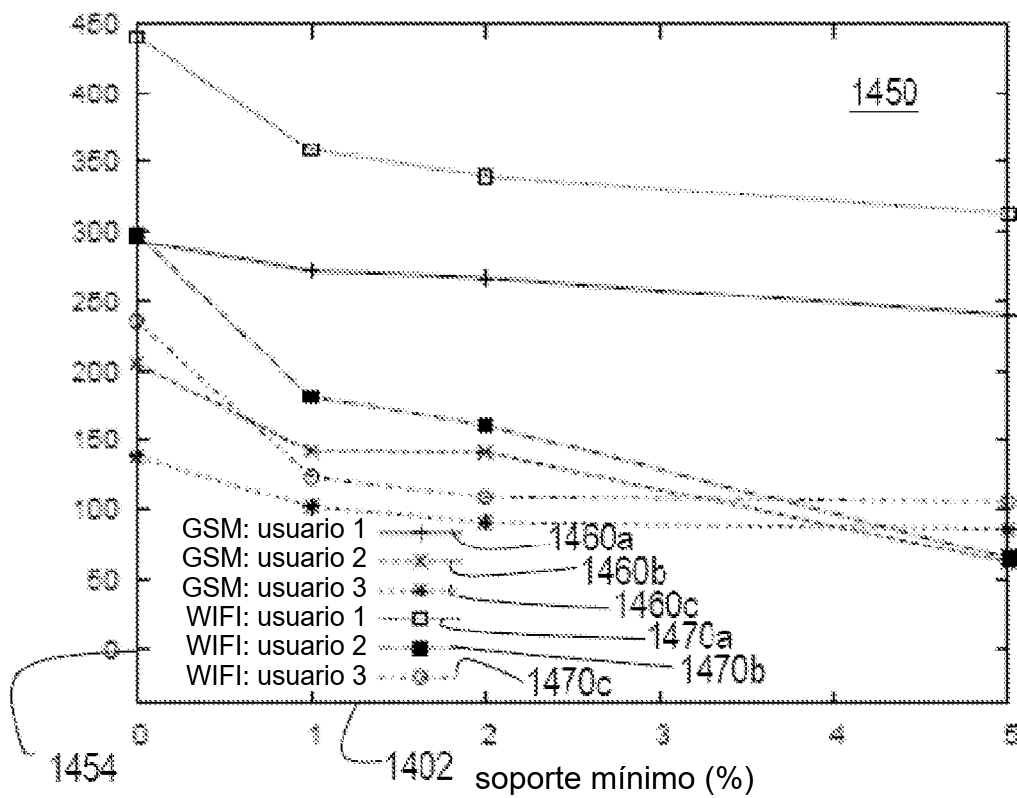
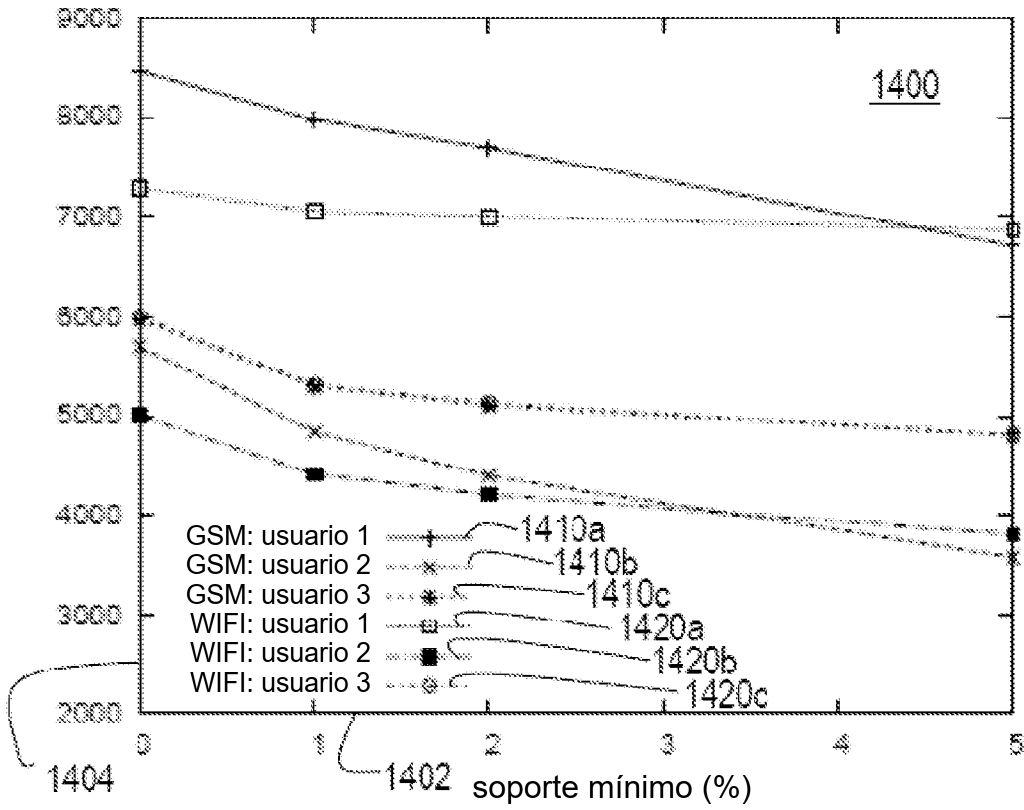


FIG. 15

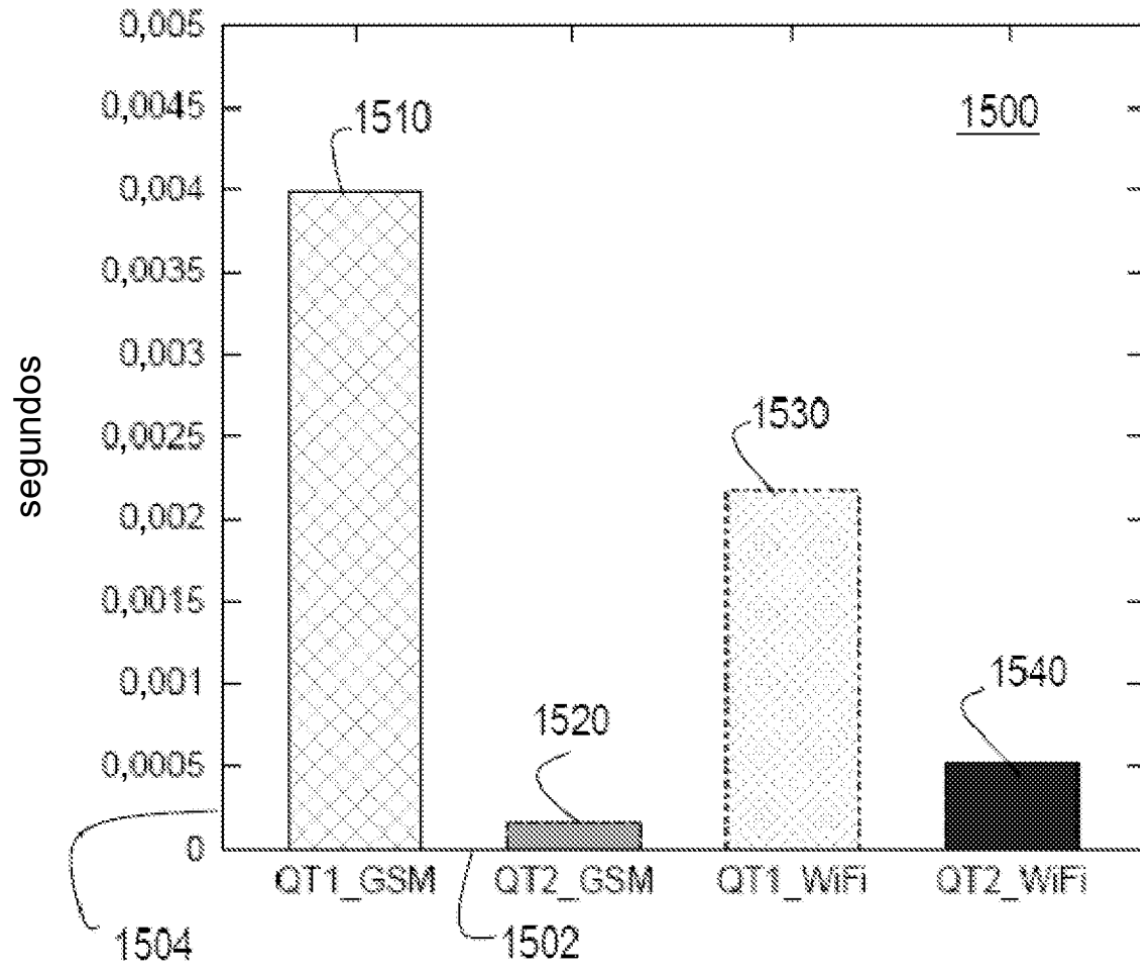


FIG. 16

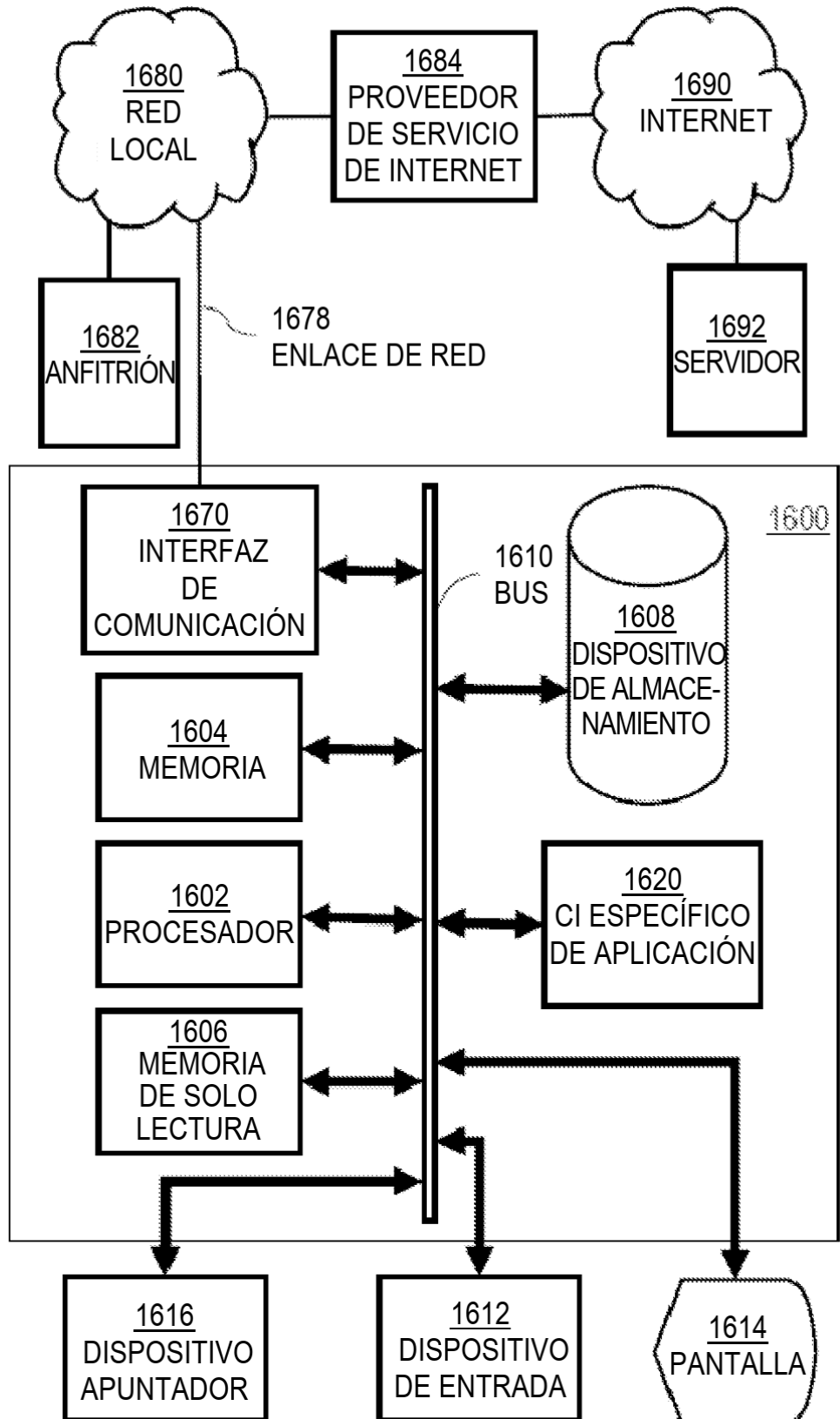


FIG. 17

1700

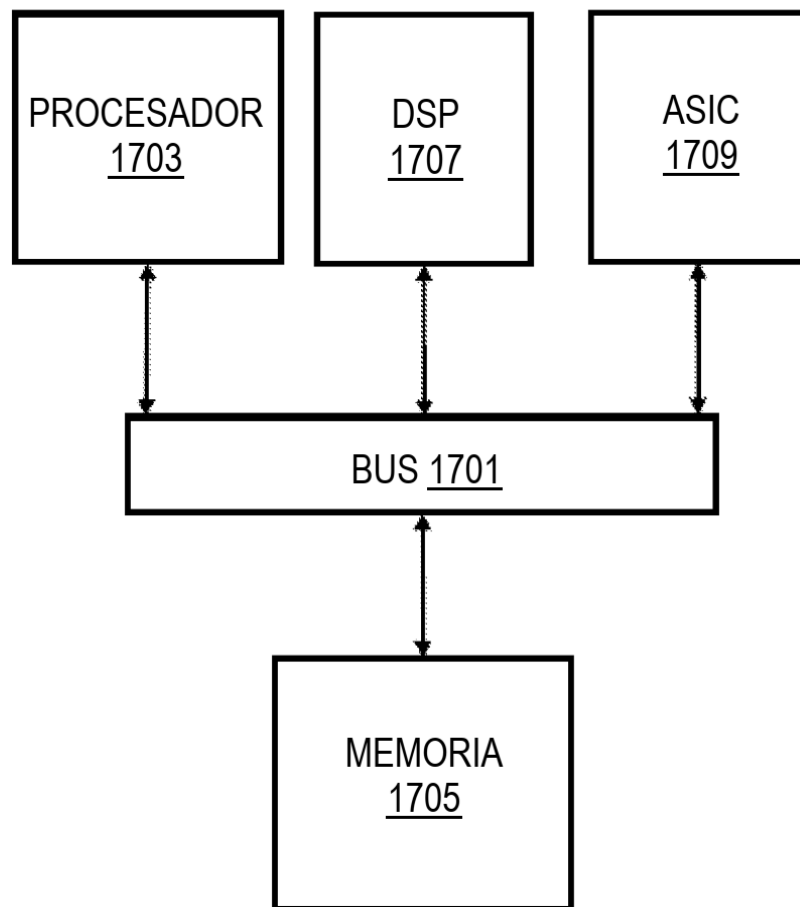


FIG. 18

