

DETERMINACIÓN DE POSICIÓN ADAPTABLE

ANTECEDENTES

5 La estimación de ubicación se utiliza por dispositivos de procesamiento móvil para establecer la posición del dispositivo y es una característica la cual es útil para un número de aplicaciones en el dispositivo. Las técnicas de estimación de ubicación pueden utilizar cualquiera de un número de diferentes métodos para calcular una posición.

10 Aunque los sistemas satelitales tales como sistema satelital de navegación global (GNSS) pueden ayudar a determinar las posiciones, el uso de balizas (*beacons*) de Wi-Fi en las técnicas de cálculo puede proporcionar una mayor fijación de posición precisa y/o proporcionar fijaciones de posición en áreas en donde los sistemas satelitales no son accesibles. La

15 posición de un dispositivo de cómputo móvil puede estimarse al utilizar la fuerza de la señal de radio desde una baliza. Sin embargo, la imprevisibilidad de propagación de señal a través de ambientes internos es un reto para determinar una posición fija. Puede ser difícil proporcionar un modelo estático adecuado de mediciones de fuerza de señal. Algunos

20 esfuerzos se han enfocado en las técnicas que pueden generar un modelo empírico preciso de los datos de entrenamiento recolectados en un área de prueba y estimación en tiempo real para dispositivos de procesamiento móvil. La precisión de tales aspectos es al menos en parte dependiente de un número de posiciones que son conocidas por el algoritmo de

25 posicionamiento. Las posibles fluctuaciones de señales que pueden

ocurrir, sin embargo, pueden aumentar los errores y las imprecisiones en la trayectoria del usuario. Dependiendo de la posición de un dispositivo, un método de cálculo puede ser superior a otros para proporcionar precisión de posición.

5

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Se proporciona una tecnología para calcular una posición en respuesta a una solicitud de posición. La solicitud de posición puede
10 incluir datos de baliza observados asociados con la solicitud y al cual el cálculo debería basarse en parte. En respuesta a la solicitud de cálculo de posición, se hace una selección entre algoritmos de posicionamiento y fuentes y modelos de datos que potencialmente difieren. La elección de los modelos de datos y algoritmos depende de un número de factores, que
15 incluyen las capacidades del dispositivo que realiza el procesamiento, el número de balizas observadas y la disponibilidad de datos para resolver una posición en el lugar de encuentro.

Esta Breve Descripción se proporciona para introducir una selección de conceptos en una forma simplificada que además se describe a
20 continuación en la Descripción Detallada. Esta Breve Descripción no pretende identificar características clave o características esenciales del tema reclamado, ni pretende utilizarse como un auxiliar para determinar el alcance del tema reclamado.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 es un diagrama de bloques que describe dispositivos de
cómputo móvil con relación a balizas inalámbricas utilizadas para calcular
5 la posición.

La Figura 2 es una vista en explosión en perspectiva de una posición
interna con una pluralidad de balizas inalámbricas.

La Figura 3 es un cuadro de flujo que representa un método de
acuerdo con la presente tecnología para determinar una posición que
10 utiliza un método seleccionado.

La Figura 4 es un cuadro de flujo que ilustra un paso de seleccionar
un método de cálculo de mayor precisión.

La Figura 5 es un cuadro flujo que ilustra la creación de modelos de
datos para el método de la Figura 3.

15 La Figura 6 es un cuadro de flujo que ilustra la selección de un piso
basándose en un intervalo de características de voto.

La Figura 7 es un diagrama de bloques ilustra escenarios para
calcular la posición utilizando un algoritmo EZ.

La Figura 8 es una tabla que ilustra un primer modelo AP.

20 La Figura 9 es una tabla que ilustra un modelo AP híbrido.

La Figura 10 es una tabla que ilustra datos de intervalo de
características de voto.

La Figura 11 es una respuesta ilustrativa para una solicitud (GLUF)
de “obtener la ubicación utilizando huella dactilar” representada en XML.

25 La Figura 12 es un diagrama de bloques de una representación

funcional de un primer dispositivo de procesamiento y un dispositivo de cómputo.

La Figura 13 es un diagrama de bloques de una representación funcional de un segundo dispositivo de procesamiento y un dispositivo de
5 cómputo.

La Figura 14 es un diagrama de bloques de un sistema de procesamiento.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

10

Se proporciona una tecnología para determinar o calcular una posición en respuesta a una solicitud de posición. La solicitud de posición puede incluir datos de baliza observados asociados con la solicitud y en donde el cálculo podría basarse en parte. En respuesta a la solicitud de
15 cálculo de posición, se hace una selección entre algoritmos de posicionamiento alternativos y fuentes de datos y modelos que difieren potencialmente. Al proporcionar un número de diferentes algoritmos, un método óptimo para calcular una posición basándose en los datos observados en la solicitud de la posición ocurre.

20

De acuerdo con la tecnología, un sistema de cálculo de posición utiliza uno de al menos dos algoritmos y dos modelos de datos para calcular una posición basándose en cual algoritmo proporciona un cálculo de posición más preciso. La elección de los modelos de datos y algoritmos depende de un número de factores, que incluye las capacidades del
25 dispositivo que realiza el procesamiento, el número de balizas observadas

y la disponibilidad de datos para resolver una posición en un lugar de encuentro. En la descripción aquí, las balizas utilizadas pueden ser puntos de acceso de fidelidad inalámbrica (Wi-Fi) que tienen uno o más identificadores de grupo de servicio básico (BSSID). (Se observará que un
5 punto acceso físico puede configurarse para soportar BSSID múltiples).

Un primer tipo de algoritmo utiliza datos que consisten de huellas dactilares de puntos de acceso Wi-Fi y posición de GPS fijos basándose en un modelo de puntos de acceso bidimensionales (2D). Los dos modelos dimensionales incluyen una longitud y latitud de los varios puntos de
10 acceso que tienen posiciones conocidas. Un almacenamiento de datos 2D de las posiciones de punto acceso se mantiene con las posiciones de todos los puntos de acceso Wi-Fi en el modelo proporcionado en el centro aproximado de todas las ubicaciones observadas. De esa forma, la posición asociada con un punto de acceso comprende una posición
15 probablemente más estática de un punto de acceso detectado, en lugar de donde el punto acceso puede localizarse actualmente. Al utilizar detecciones de baliza, múltiples mediciones se combinan durante un cálculo de posición en respuesta a una solicitud de posición para calcular la posición y el radio de error. Este método alternativamente se refiere
20 aquí como crear una posición “infrarroja”. El primer método es menos sensible a las características del movimiento RF, a medida que el ambiente RF afecta únicamente si una baliza puede observarse, y es efectivo cuando la densidad de la baliza es baja. El primer método trabaja bien en ambientes de densidades mayores con características de RF
25 predecibles, sin embargo, un segundo algoritmo de posicionamiento

descrito a continuación proporciona mejores resultados de posicionamiento de manera estática en tales ambientes de densidad más grandes.

Un segundo algoritmo de posicionamiento utiliza tres dimensiones de huellas dactilares Wi-Fi basándose en las observaciones de baliza que consisten de las huellas dactilares Wi-Fi, lugar de encuentro, piso, y verificación en tierra suministrada por usuario con relación a una posición conocida. Un almacenamiento de datos 3D se proporciona en el cual un modelo de puntos de acceso que tienen latitud, longitud, lugar de encuentro, y características de piso del lugar de encuentro pueden proporcionarse. Los puntos de acceso Wi-Fi de posiciones de modelo en donde los puntos de acceso se cree que se localizan, que utiliza la fuerza de señal al rango de posición. Al calcular una posición, el dispositivo de posiciones de algoritmo de posicionamiento utiliza triangulación, que utiliza la fuerza de señal para determinar la distancia de los puntos de acceso publicados en el almacenamiento 3D. Una ganancia del receptor del dispositivo se determina automáticamente, y cuatro puntos de acceso Wi-Fi observados se utilizan para calcular una posición. Una distribución de fuerza de señal basándose en el modelo de detección de piso se utiliza para determinar un piso de la huella dactilar de Wi-Fi. Este sistema de cálculo es ventajoso cuando el ambiente RF es más predecible (es decir, sigue aproximadamente la curva de pérdida de trayectoria de propagación) y cuando la densidad de la baliza es alta.

En el contexto de esta descripción, una posición calculada puede incluir una latitud, longitud y otra información de ubicación lógica tal como un identificador de lugar de encuentro y un identificador de piso dentro del

lugar de encuentro.

La Figura 1 ilustra un contexto ilustrativo en el cual la tecnología aquí descrita puede utilizarse. La Figura 1 ilustra un diagrama de bloques de una pluralidad de dispositivos de cómputo móvil 102, 104 los cuales
5 utilizan una o más balizas 110a-110d u otros sitios de celda 120a, 120b para calcular una posición por el dispositivo móvil. Los dispositivos de cómputo móviles 102, 104 observan o de otra forma detectan una o más de las balizas 110, 120 y utilizan las señales de estas balizas para calcular una posición. Las balizas ilustrativas incluyen torres celulares, estaciones
10 base, estaciones de transceptor base, sitios de estación base, y/o cualquier otro de los elementos de red que soportan cualquier cantidad y tipo de modo de vacaciones. Típicamente, las balizas 110a-110d representan balizas Wi-Fi las cuales tienen propiedades de propagación conocidas y señales que proporcionan información para permitir, por
15 ejemplo, a los dispositivos móviles a calcular posiciones en las áreas en donde otros tipos de señales pueden no presentarse, tal como el interior de construcciones y similares. Cada uno de los dispositivos de cómputo móvil 102, 104 pueden almacenar las propiedades para cada baliza 110, 120. En algunas modalidades, las propiedades ilustrativas incluyen una
20 latitud y longitud del dispositivo de cómputo móvil de observación y un tiempo de observación. En las posiciones internas tal como un lugar de encuentro, las observaciones pueden incluir más información granular, tal como una posición de piso.

Cada dispositivo de cómputo móvil puede por sí mismo realizar un
25 cálculo de posición, o puede proporcionar información para un servicio de

ubicación 125 a través de una red 50 con el servicio de ubicación 125 que regresa a una posición calculada de dispositivo a dispositivo. Cada cálculo de posición puede utilizar un filtro Kalman (u otros métodos) para una huella dactilar de baliza (por ejemplo, grupo de balizas observados por el dispositivo de cómputo) para producir una posición del dispositivo inferido. Un radio de error también puede calcularse. Los radios de error pueden reflejarse como un círculo que tienen los radios de error de dispositivos estimados como su radio. Como un resultado, si una baliza particular se detecta con un nivel de confianza dado, una posición del dispositivo inferido puede producirse ya que está dentro de un círculo centrado en la posición de baliza estimada con el radio de baliza estimado como se ilustra en 418 de la Figura 12.

El servicio de ubicación 125 el cual puede realizar un cálculo de posición basándose en las observaciones del dispositivo de cómputo móvil (102, 104), previo a los sondeos de posición, y otros datos que son reunidos y almacenados en el servicio de ubicación 125. En algunas modalidades, el servicio de ubicación 125 puede recolectar los datos de numerosos dispositivos de cómputo móviles diferentes además de las observaciones de las balizas con relación a las posiciones actuales conocidas, que se refieren aquí como datos reales. Los dispositivos de cómputo móvil 102, 104 pueden enviar las propiedades de las posiciones observadas y de las balizas observadas en las varias posiciones para el servicio de ubicación a través de la red 50. El servicio de ubicación 125 puede operar uno o más dispositivos de cómputo como se ilustra aquí para proporcionar los servicios de determinación de posición para los

dispositivos de procesamiento móvil a través de la red 50.

Una posición calculada o inferida puede incluir ambas posiciones y tienen un radio de error asociado. El radio de error es un reflejo de la incertidumbre o el error el cual puede presentarse en el cálculo de la posición. Una ilustración de un radio de error como se presenta por una
5 aplicación de asignación que utiliza una posición calculada se describe en la Figura 12. Generalmente, el radio de error representa un área que rodea la posición calculada el cual indica al usuario de la posición calculada la relación de precisión del cálculo.

10 Las observaciones pueden utilizarse en conjunto con los servicios GPS al determinar una posición. En algunos ejemplos, los datos de GPS no están disponibles. Cuando un dispositivo de cómputo móvil está presente en el interior de un lugar de encuentro de construcción, el acceso a los datos de GPS generalmente es difícil de recibir. Por lo tanto, el uso
15 del Wi-Fi u otra información puede producir más datos de posición infrarrojos precisos.

La Figura 2 ilustra una vista en perspectiva, en explosión de un lugar de encuentro 200 que tiene una pluralidad de balizas Wi-Fi colocadas en el interior de la estructura. El lugar de encuentro 200 puede ser, por ejemplo,
20 un centro comercial, escuela, oficina, aeropuerto u otra construcción en donde el acceso a los datos de GPS no está aún disponible. La Figura 2 ilustra un primer piso 210 y segundo piso 212 del lugar de encuentro 200. Una pluralidad de muros 220 separa varias habitaciones 225 dentro del lugar de encuentro 200. Las balizas 110 están colocadas a través de
25 ambos factores del lugar de encuentro 200. Un dispositivo de

procesamiento puede utilizar las propiedades de las balizas dentro del lugar de encuentro 200 al calcular la posición del dispositivo de procesamiento. Generalmente, la posición calculada se regresa a las aplicaciones que utilizan la posición calculada para proporcionar la información al usuario. Aunque existe un número de diferentes tipos de aplicaciones de ubicación, una aplicación de asignación es un uso típico de una posición calculada.

El posicionamiento local puede realizarse utilizando muchas diferentes propiedades, algunos métodos utilizan propiedades físicas de la señal, mientras que otros utilizan la señal de tiempo para la señal al alcanzar el nodo de destino. Algunos métodos de posicionamiento comunes incluyen ángulos de llegada, identidad de celda, tiempo de llegada, diferencia de tiempo de llegada y energía basándose en los métodos de posicionamiento inalámbricos. Un aspecto común emplea sondeos de la información de fuerza de señal en un área particular. Esta información forma una base de datos que describe la huella dactilar de la fuerza de señal de esa área. La base de datos posteriormente se utiliza para determinar la posición de un dispositivo móvil por un algoritmo de coincidencia de patrón particular. Otra energía basándose en el aspecto de posicionamiento inalámbrico utiliza un modelo de pérdida de trayectoria al estimar la relación entre la fuerza de señal y la distancia de transmisores. Las distancias estimadas de los tres o más transmisores se utilizan para triangular la posición final del dispositivo. Aunque los métodos particulares y los algoritmos de posicionamiento se describen aquí, la presente tecnología puede incorporar cualquiera de un número de diferentes

métodos de cálculo de posición en conjunto con las enseñanzas de la tecnología.

La Figura 3 es un cuadro de flujo que ilustra un método de acuerdo con la presente tecnología para determinar una posición calculada. En un contexto, la posición se calcula en respuesta a una solicitud de posición. La solicitud de posición puede generarse, por ejemplo, por un dispositivo de procesamiento móvil que busca determinar una posición calculada para una o más aplicaciones compatibles de ubicación en el dispositivo de procesamiento móvil. El método puede realizarse en todo o en parte en un dispositivo de procesamiento móvil solo, o en comunicación y cooperación con un servicio de ubicación 125.

En el paso 320, la información de baliza del lugar de encuentro se adquiere por uno o más lugares de encuentro. Un lugar de encuentro puede ser una ubicación con instalaciones físicas, tal como una construcción, o cualquier ubicación en donde una o más balizas de “puntos de acceso” (AP) se localizan. La información del lugar de encuentro puede resultar de un sondeo de posición durante el cual la información se produce comprendiendo huellas dactilares de baliza de posiciones de balizas que se detectan en el lugar de encuentro. Las balizas pueden detectarse por un dispositivo de cómputo móvil 102, 104 en un punto dado en el tiempo representando observaciones de posición e incluyendo una huella dactilar de baliza. La huella dactilar de baliza también puede incluir otros atributos de la detención tal como fuerza de señal, y la fecha y tiempo de observación. Un mecanismo para producir la información de sitio se describe en la Solicitud de Patente de E.U.A. No. US2014005765A1.

Generalmente, la información de sondeo de posición puede producirse al sondear físicamente un sitio utilizando un dispositivo de procesamiento móvil, que determina una huella dactilar de baliza para la ubicación y establece un conjunto de datos terrestres de posiciones
5 actuales asociadas con las huellas dactilares de baliza para el lugar de encuentro. Para establecer los datos terrestres para un lugar de encuentro particular, los datos observados para un lugar de encuentro se asocian con posiciones conocidas para los datos observados. Los datos observados pueden asociarse por medios de un sondeo que utiliza la información de
10 posición conocida (en términos de latitud, longitud, y posiciones de piso conocidas) el cual se asignan a una huella dactilar de baliza en un tiempo dado. Las huellas dactilares de las balizas conocidas en cada uno de un conjunto de posiciones de mapa se crean. Una correlación entre las posiciones inferidas se utiliza para acceder a la precisión de la
15 determinación de posición al comparar la posición inferida con datos terrestres.

En 330, y en un tiempo en el cual puede ser coincidente con o después de adquisición de las huellas dactilares de ubicación en el paso 320, una solicitud para determinar una posición puede recibirse. La
20 solicitud puede recibirse de, por ejemplo, una aplicación compatible con la ubicación en un dispositivo de procesamiento móvil. La solicitud puede recibirse por un cálculo en el dispositivo de procesamiento móvil o transmitirse del dispositivo móvil y recibirse por el servicio de ubicación
125. Numerosas de tales aplicaciones de ubicación en el dispositivo de
25 procesamiento móvil pueden utilizar posiciones calculadas al proporcionar

la información y servicios para los usuarios del dispositivo de procesamiento móvil. Una vez que la solicitud de determinación de posición se recibe en 330, una determinación de balizas observadas por el dispositivo de posicionamiento móvil que inicia la solicitud se hace en 340.

- 5 Las balizas observables se utilizan para calcular la posición del dispositivo con relación a las huellas dactilares de posición. En una modalidad, la solicitud en 330 puede incluir un conjunto de balizas observadas en 340 como parte de la solicitud.

En 350, se hace una determinación en cuanto a que uno o más
10 métodos de cálculo de posición alternativa proporcionarán cálculo de posición más preciso basándose en un número de factores. La determinación del método utilizado para calcular una posición se describe a continuación con respecto a la Figura 4.

En 360, el método seleccionado se utiliza para calcular una posición,
15 y la posición calculada se regresa en respuesta a la solicitud en 370.

La Figura 4 es un cuadro de flujo que ilustra un método de determinar cuál de una pluralidad de los métodos alternativos proporciona el mejor cálculo de posición en el paso 350 en la Figura 3. En una modalidad, dos métodos de cálculo potenciales pueden utilizarse. Sin
20 embargo, se entenderá que el número de diferentes tipos de métodos de cálculo no necesitan limitarse. Además, la presente tecnología es aplicable para los cálculos de posicionamiento internos y por lo tanto la presencia de un número suficiente de balizas del lugar de encuentro para un método particular de cálculo pueden necesitarse.

25 Inicialmente, se observará que un método predeterminado que utiliza

un algoritmo de inferencia basándose en un algoritmo de Kalman con los datos de modelo de baliza 2D se muestran en 360A. El método predeterminado de 360A se utiliza para determinar una posición calculada si hay otro, métodos de posición más robustos no son capaces de
5 utilizarse como se describe aquí. El resultado de posición infrarrojo de este algoritmo se proporciona en 372. Aunque en un aspecto, un algoritmo de Kalman se utiliza en 360A, otros métodos para calcular una posición pueden utilizarse como un método predeterminado de acuerdo con la tecnología.

10 En 344, se hace un intento para determinar un lugar de encuentro en donde el dispositivo se localiza. El lugar de encuentro puede determinarse, por ejemplo, basándose en un umbral de al menos dos balizas detectadas e identificadas por el lugar de encuentro estando presentes en las observaciones hechas por el dispositivo en 340 anteriormente. En una
15 modalidad, el lugar de encuentro se verifica si dos balizas que tienen una fuerza de señal umbral detectada mínima están presentes en las observaciones 340. Si la detección del lugar de encuentro es exitosa en 346, entonces el método regresa al método de cálculo predeterminado en 360A.

20 Si la detección del lugar de encuentro es exitosa en 346, entonces se hace un intento para detectar el piso dentro del lugar de encuentro 348. En una modalidad, la detección de piso puede determinarse por un proceso de votación como se discute a continuación con respecto a la Figura 6.

 Si la detección de piso no es exitosa, entonces el método regresa al
25 método de cálculo predeterminado en 360A.

En otra alternativa, la detección del lugar de encuentro y de piso 355 puede cumplirse utilizando los pasos de detección de piso 348 y 352. En esta alternativa, la detección de un piso puede incluir datos que identifican el lugar de encuentro en donde el piso se localiza, de manera que la
5 detección de la huella dactilar de baliza de un piso dado de manera inherente produce el lugar de encuentro en donde el piso se localiza.

Si la detección de piso es exitosa en 352, entonces uno de un algoritmo de inferencia que utiliza un modelo de punto de acceso híbrido basándose en el lugar de encuentro 3D (AP) (en 360B) o un algoritmo
10 basándose en un algoritmo de posición “EZ” que utiliza un modelo AP del lugar de encuentro 3D (en 360C) puede utilizarse para determinar una posición calculada. Un algoritmo EZ se detalla en “K. Chintalapudi y V. Padmanabhan, “Indoor Localization Without the Pain”, MOBICON, Association for Computing Machinery, Inc., septiembre 2010
15 (<http://research.microsoft.com/pubs/13572/ez-mobicom.pdf>).

Si la detección de piso es exitosa en 352, inicialmente un intento para calcular una posición que utiliza un algoritmo EZ en 360C se realiza. Si el cálculo es exitoso en 374, la posición calculada se resuelve en 376. Si el cálculo no es exitoso, un algoritmo de inferencia que utiliza un
20 modelo AP híbrido que incorpora datos de piso y de lugar de encuentro se utilizan para calcular una posición en 360B. En 378, se regresa una posición calculada.

En 380 una verificación de coherencia y privacidad puede realizarse en los resultados calculados. La verificación de coherencia y privacidad
25 determinan si los resultados coinciden con un estándar de datos mínimo

especificado. Por ejemplo, si únicamente una baliza Wi-Fi se encuentra en los datos observados y no en los datos 2D que estuvieron disponibles para la baliza, una verificación de coherencia aseguraría que no se proporcionan resultados de posición debido a las preocupaciones de
5 privacidad.

En general, un algoritmo EZ utiliza hipótesis de que todas las observaciones reportadas de un sondeo inicial y éstas utilizadas en un cálculo de posición se restringen por las físicas subyacentes de propagación RF. Los modelos de algoritmo EZ se restringen y entonces se
10 utilizan para determinar el modelo AP y las posiciones no conocidas de manera simultánea. Haciendo referencia a la Figura 7, asumir que existen dos usuarios (M1, M2) y dos AP (AP1, AP2) y uno conoce todas las cuatro distancias de usuario de AP (como muestra el escenario I-A en la Figura 7). Basándose en esta información, varios cuadriláteros diferentes pueden
15 construirse, con posiciones de los AP y usuarios como los vértices como se describe en los escenarios I-A e I-B. La realización de las posiciones relativas (traslación de módulo, rotación, y reflexión) de las AP y los usuarios no son únicas. Sin embargo, se puede demostrar que si existieron tres AP y tres usuarios móviles, pueden únicamente ser de una realización
20 única para las posiciones relativas en las AP y los usuarios (escenario II). Esto demuestra que suficientes restricciones de distancia dadas entre las AP y los usuarios móviles, uno puede únicamente determinar sus posiciones en un sentido relativo.

En práctica, las distancias entre las AP y los usuarios móviles
25 pueden ser inferidas a través de la fuerza de señal recibida (RSS). Un

modelo popular que se refiere a la distancia para RSS es dado por:

$$p_{ij} = P_i - 10\gamma_i \log\left(\sqrt{(c_i - x_j)^T (c_i - x_j)}\right) + G_j$$

En la ecuación anterior, p_{ij} es el RSS recibido en el usuario móvil j^{th} de la AP i^{th} , p_i es la energía transmisión de la AP i^{th} , c_i es la posición de la AP i^{th} , x_i es la posición del usuario móvil j^{th} , γ_i es el exponente de pérdida de trayectoria en la región de la AP i^{th} , y G_j es la ganancia del receptor móvil j^{th} .

Para cada observación RSS, una ecuación en la forma de lo anterior se obtiene. Aunque un número grande de observaciones pueden recolectarse de diferentes ubicaciones (algunas ubicaciones conocidas pero la mayoría son ubicaciones no conocidas) para cada dispositivo de procesamiento móvil se mueven, eventualmente suficientes ecuaciones (es decir, restricciones) se proporcionan para resolver todas las variables.

Debido a que resolver tales ecuaciones no es trivial, y un algoritmo genético especializado se desarrolla para resolverlos. Al utilizar un método híbrido con algoritmo genético y gradiente descendente, encontrar la solución se vuelve un problema de optimización:

$$\min J = \sum \left| p_{ij} - P_i + 10 \gamma_i \log \sqrt{(c_i - x_j)^T (c_i - x_j)} \right|$$

El problema anterior no conoce las soluciones analíticas y tiene un número grande de mínimos locales. Para resolver lo anterior, una restricción en el espacio de búsqueda 2D se utiliza para resolver la posición utilizando el algoritmo EZ. Un cuadro delimitador del lugar de encuentro puede utilizarse como la restricción. Los sistemas de asignación

comerciales tal como BING® Maps proporcionan metadatos del lugar de encuentro que pueden incorporarse como la restricción. Los cuadros delimitadores son un conjunto de dos posiciones que especifican la izquierda inferior y la derecha superior del rectángulo que cubre el área del lugar de encuentro.

La Figura 5 ilustra un método para generar y construir un almacenamiento de baliza 2D y 3D de acuerdo con la presente tecnología. En una modalidad, la Figura 5 representa un método para realizar el paso 320 en la Figura 3. En 510, la información de baliza del lugar de encuentro se genera utilizando cualquiera de un número de técnicas conocidas. El servicio de ubicación 125 pueden recolectar y mantener los varios almacenamientos de baliza aquí descritos y pueden proporcionar todos o una posición de los modelos creados y descritos aquí para un dispositivo de cómputo móvil. En algunas modalidades, el servicio de ubicación 125 puede recolectar los datos de numerosos diferentes dispositivos de cómputo móviles además de observaciones programadas de balizas con relación a las posiciones actuales conocidas. Haciendo referencia aquí a datos terrestres. Los dispositivos de cómputo móviles 102, 104 pueden transmitir las observaciones al servicio de ubicación 125 a través de la red 50.

En 520, el almacenamiento de baliza del lugar de encuentro puede agruparse utilizando las observaciones de baliza con relación a las posiciones de datos terrestres. Generalmente, la información de sondeo del lugar de encuentro puede generarse al sondear físicamente un sitio que utiliza un dispositivo de procesamiento móvil, que determina una

huella dactilar de baliza para la ubicación y que establece un conjunto de datos terrestres de posiciones actuales asociadas con las huellas dactilares de baliza para el lugar de encuentro. Al establecer los datos terrestres para una baliza particular, los datos observados para una baliza se asocian con posiciones conocidas por los datos observados. Los datos observados pueden asociarse por medios de un sondeo que utilizan la información de posición conocida (en términos de latitud, longitud, y posiciones de piso conocidas) que se asignan a una huella dactilar de baliza en un tiempo dado. Las huellas dactilares de las balizas conocidas en cada uno de un conjunto de posiciones de mapa se crean. Una correlación entre las posiciones inferidas se utiliza para acceder a la precisión de la determinación de posición.

En 530, un modelo AP del lugar de encuentro se crea basándose en los datos AP del lugar de encuentro generados en 510.

Pueden presentarse observaciones 2D (latitud y longitud) para las AP probablemente en un almacenamiento de datos en 515 por un número de lugares de encuentro. Las observaciones 2D 515 pueden incluir observaciones de las AP con referencia a los datos de posición, pero sin las observaciones de piso, y pueden o no pueden asociarse con los lugares de encuentro basándose en la precisión de los datos de posición asociados con las AP. Cuando las mediciones de AP pueden correlacionarse para las posiciones, un modelo 2D puede generarse en 525.

Para ambos el algoritmo EZ en 360C y un algoritmo de inferencia (Kalman Interno) en 360B, un modelo de punto de acceso del lugar de

encuentro 3D se utiliza. En una modalidad, el modelo de punto de acceso de lugar de encuentro 3D puede generarse por un dispositivo de procesamiento móvil o un servicio de ubicación 125 de la Figura 1. Como se ilustra en la Figura 8, el modelo AP del lugar de encuentro 3D es una
5 tabla de datos que consiste de las columnas: de BSSID (Id de grupo de servicio base), latitud, longitud, energía, gamma, IddeLugardeEncuentro, e IddePiso.

Como se observó anteriormente, si un número de umbral de balizas se presenta, se hará un intento para utilizar un cálculo de algoritmo AZ en
10 360C utilizando el modelo AP 3D. Si el algoritmo EZ falla al inferir una posición (en 374), el sistema caerá al utilizar un algoritmo de inferencia en 360B para inferir la posición. Para este propósito, se utiliza el almacenamiento de baliza 3D basándose en el lugar de encuentro como parte del modelo AP.

15 De acuerdo con la tecnología, se genera el almacenamiento de baliza 3D basándose en el lugar de encuentro en 535. Esta generación puede realizarse por el servicio de ubicación 125. Un ejemplo del modelo híbrido se muestra en la Figura 9. Para cumplir, se genera el modelo AP basándose en el lugar de encuentro híbrido utilizando el modelo EZ en las
20 observaciones internas que utilizan los mismos datos de entrenamiento utilizados para generar el modelo AP interno (Figura 8) y el almacenamiento de baliza 3D para el lugar de encuentro. Esta información se une con el modelo AP del lugar de encuentro generado por una técnica de refinación interna al crear un modelo inferior híbrido. El algoritmo EZ se
25 utiliza para encontrar la posición (latitud, longitud), energía, y exponente

de pérdida de trayectoria (γ) de las AP dentro del lugar de encuentro. Para una huella dactilar, cada baliza con la fuerza de señal recibida puede escribirse como una ecuación con la posición (latitud, longitud) como desconocidos. Para resolver la posición (latitud, longitud) en al menos tres balizas (3) se utiliza para la triangulación. Sin embargo, para varios dispositivos, la ganancia del receptor, que afecta la fuerza de señal recibida, también se conoce. Esto agrega otra dimensión para la solución y de esa forma al menos una baliza más en la huella dactilar se utiliza para resolver las ecuaciones. Por lo tanto, en una modalidad, un número mínimo de balizas en una huella dactilar para resolver su posición es de cuatro balizas. Para construir este modelo híbrido, la solución de las cantidades desconocidas de las AP basándose en las observaciones (cada observación siendo una ecuación con estas desconocidas). El método para encontrar la solución es el algoritmo de gradiente descendente, el cual intenta encontrar la solución al buscar diferentes combinaciones de los desconocidos para las ecuaciones al minimizar el error. Este algoritmo EZ de generación es una contraparte para el algoritmo de posicionamiento utilizado en 360C para calcular una posición, y se basa en el mismo principio.

La Figura 6 ilustra un método de realizar el paso 360C. En 610, se hace una determinación inicial para asegurar que al menos dos balizas se presentan. En 620, una determinación de la determinación de lugares de encuentro puede hacerse por dos balizas asociadas con el lugar de encuentro que son encontradas en los datos observados (340) de la solicitud de posición.

En 630, cada baliza en una huella dactilar de observación se recupera, y la detección de piso se determina por un proceso de detección de piso en 640. El piso puede determinarse, por ejemplo, a través de un algoritmo de votación o un algoritmo de probabilidad máximo.

- 5 En el algoritmo de probabilidad máximo, se hace un cálculo de probabilidad estadístico, el cual utiliza un método de probabilidad máximo de estimación de desplazamiento de ganancia de receptor para seleccionar la ganancia de piso y de receptor que maximiza la probabilidad ya que un piso dado “genera” la huella dactilar Wi-Fi. Para seleccionar el piso, el
10 método se resuelve por la probabilidad máxima de acuerdo a:

$$\arg \max_R \max_i \prod_j \llbracket \text{Prob}(AP_{ij} = rssi_j + R | \text{floor}_i) \rrbracket$$

en donde:

- R es el desplazamiento de ganancia de receptor;
15 piso_i es el piso ith;
AP_ij es la energía recibida de AP_j n el piso_i (en donde AP es el “punto de acceso”); y
rssi_i es la energía recibida de AP_j en la huella dactilar.

- En el modelo de votación, cada baliza en la huella dactilar Wi-Fi de
20 la solicitud entrante tiene un voto para cada piso en el almacenamiento de baliza inferior (a través de todos los lugares de encuentro) y el piso con la mayoría de votos gana. El piso ganador también verifica el lugar de encuentro. Si ninguno de los pisos recibe un voto, entonces el voto no se determinará y el lugar de encuentro no se verificará. De esa forma, la
25 información de piso/de lugar de encuentro no puede proporcionarse en la

respuesta. El modelo de votación se basa en el modelo de intervalos de característica de votación (VFI) tal como el descrito en G. Demiröz y G. Güvenir, “Classification by Voting Featura Intervals”, procedimientos de la 9na Conferencia Europea en aprendizaje por máquina, pp. 85-92, 1997. El

5 modelo VFI es una tabla que contiene la siguiente información para las balizas en el lugar de encuentro: Bssid, IddeLugardeEncuentro, IddePiso, IniciarIntervalo, TerminarIntervalo, y Peso. Un modelo VFI parcial se muestra en la Figura 10. Cada entrada en la tabla representa un (Bssid) de la baliza, voto (Peso) (entre 0 y 1) para el IddePiso e

10 IddeLugardeEncuentro si el RSS de la baliza en la huella dactilar cae dentro de un intervalo especificado por IniciarIntervalo y TerminarIntervalo. Una baliza podría tener múltiples intervalos sin superposición en el mismo piso, o tener intervalos de diferentes pisos. Por lo tanto, podrían existir múltiples entradas en la tabla para la misma

15 baliza.

En 650, el piso determinado ya sea por los métodos anteriores se regresa.

En una modalidad, el servicio de ubicación 125 puede proporcionar la información de posición en respuesta a una solicitud de posición de un

20 dispositivo móvil. En tales casos, los datos regresados pueden representarse en Lenguaje de Marcación Extensible (XML) proporcionados en respuesta a una solicitud de “obtener ubicación utilizando huella dactilar” (GLUF) cuando el piso y el lugar de encuentro se resuelven. Un ejemplo del XML proporcionado en respuesta a esta solicitud se ilustra en

25 la Figura 11. El artículo <ResultadoUbicación> es un ElementoXML en

<ResultadoUbicación> y es un portador de propiedad. Esto representa una posición lógica al cual más artículos detallados del lugar de encuentro pueden agregarse. Por ejemplo, “almacenamiento”, “islas”, “puerta”, etc. artículos de detalle pueden agregarse. <ResultadoUbicación> no se agrupará si no existe resultado inferior. Estos posible al regresar únicamente a un lugar de encuentro (IDDELUGARDEENCUENTRO) si un resultado de piso y únicamente la propiedad de IddeLugardeEncuentro se agrupará en <ResultadoUbicación>. La respuesta de GLUF mejorada es compatible con versiones anteriores, con únicamente un nodo XML adicional que contiene entidades de posición lógicas tal como IddeLugardeEncuentro e IddePiso.

La Figura 12 ilustra un diagrama de bloques de un dispositivo de cómputo móvil 400, el cual puede comprender uno del dispositivo de cómputo 102, 104 de la Figura 1, y puede incluir elementos de un dispositivo móvil tal como el ilustrado en la Figura 10 a continuación. El dispositivo de cómputo 400 puede incluir, por ejemplo, un procesador 412 y una interfaz de usuario 418. Una vista en explosión de una presentación de la interfaz de usuario 418 ilustra una vista plana de un mapa 200a de un lugar de encuentro, tal como el lugar de encuentro 200, con una indicación 415 de una posición inferida presentada en el mapa a lo largo de un radio de error 417 que rodea la indicación 415 de la posición inferida.

El dispositivo 400 incluye memoria 410, el cual puede almacenar la pluralidad de observaciones de posición 411, 422. Aunque únicamente dos observaciones de posición 411 y 422 se indican, se entenderá que un

número de observaciones de posición se presentará en la memoria 410. Cada observación de posición incluye una huella dactilar de balizas 402 y datos de baliza asociados 404. Las observaciones de posición pueden utilizarse por una aplicación de cálculo de posición 420. La aplicación de

5 cálculo de posición 420 puede utilizarse para calcular una posición de las observaciones de posición 411, y 422. Las aplicaciones conscientes de ubicación 430 utilizan la posición infrarroja calculada por la posición de la aplicación de cálculo para cualquiera de un número de propósitos. En una

10 modalidad, (ilustrada en la Figura 4), la aplicación consciente de la ubicación puede ser una aplicación de mapa y presenta la posición inferida a lo largo del radio de error en una interfaz de usuario. Se entenderá que numerosos otros tipos de aplicaciones hacen uso de las posiciones inferidas, y la tecnología aquí discutida no se limita a las aplicaciones conscientes con la ubicación que son aplicaciones de asignación.

15 La Figura 13 ilustra un diagrama de bloques de los componentes funcionales de un dispositivo de cómputo 1400 que en una modalidad pueden utilizarse para proporcionar el servicio de ubicación 125. El dispositivo de cómputo 1400 incluye un procesador 1412 e interfaz de usuario 1418. El dispositivo 1400 puede además incluir memoria 1410 que

20 tiene componentes aquí proporcionados que incluyen un almacenamiento de baliza predeterminado 1411 y un almacenamiento de baliza del lugar de encuentro/AP 1422. El almacenamiento de baliza predeterminado 1411 puede incluir observaciones 2D utilizadas para el procesamiento de algoritmo predeterminado (paso 360A), mientras que el almacenamiento de

25 baliza del lugar de encuentro 1422 puede incluir datos para los métodos de

inferencia EZ e inferiores descritos anteriormente. La memoria 1410 puede además incluir las aplicaciones de cálculo de posición 1430, 1435 y aplicación de correlación 1472. Opcionalmente, las aplicaciones conscientes con la ubicación 1478 tal como aquellas utilizadas en el dispositivo de procesamiento móvil también pueden presentarse en la memoria 1410.

La Figura 14 describe un diagrama de bloques ilustrativo de un dispositivo móvil para implementar las operaciones de la tecnología descrita. El dispositivo de la Figura 14 es una ilustración más detallada de, por ejemplo, dispositivos 102, 104 de la Figura 1. Se describe una circuitería electrónica ilustrativa de un dispositivo de procesamiento móvil típico. El dispositivo móvil 1000 incluye uno o más microprocesadores 1012, y memoria 1010 (por ejemplo, memoria no volátil tal como ROM y memoria volátil tal como RAM) que almacena código legible por procesador el cual se ejecuta por uno o más procesadores del procesador de control 1012 para implementar la funcionalidad aquí descrita.

El dispositivo móvil 1000 puede incluir, por ejemplo, procesadores 1012, memoria 1010 que incluyen aplicaciones y almacenamiento no volátil. El procesador 1012 puede implementar comunicaciones, así como cualquier número de aplicaciones, que incluye las aplicaciones aquí discutidas. La memoria 1010 puede ser cualquier variedad de tipos de medios de almacenamiento de memoria, que incluyen memoria no volátil y volátil. Un sistema operativo de dispositivo maneja las diferentes operaciones del dispositivo móvil 1000 y puede contener interfaces de usuario para las operaciones, tal como al colocar y recibir llamadas

telefónicas, mensajería de texto, mensajes de voz de verificación, y similares. Las aplicaciones 1030 pueden ser cualquier clasificación de programas, tal como una aplicación de cámara para fotografías y/o vídeos, una agenda, una aplicación de calendario, un reproductor de medios, un
5 navegador de Internet, juegos, una aplicación de alarma u otras aplicaciones de tercera parte. El componente de almacenamiento no volátil 1040 en la memoria 1010 contiene datos tal como memorias caché de web, música, fotos, datos de contacto, datos de programación, y otros archivos.

El procesador 1012 también se comunica con la circuitería de
10 transmisión/recepción RF 1006 que después se acopla a una antena 1002, con un receptor/transmisor infrarrojo 1008, y con un sensor de movimiento/orientación 1014 tal como un acelerómetro y un magnetómetro 1015. Los acelerómetros se han incorporado en dispositivos móviles para activar tales aplicaciones como interfaces de usuario inteligentes que
15 permiten a los usuarios ingresar comandos a través de gestos, funcionalidad de GPS inferior el cual calculan el movimiento y dirección del dispositivo después de que se ha roto el contacto con un satélite GPS, y para detectar la orientación del dispositivo y cambiar automáticamente la presentación de vertical a horizontal cuando el teléfono se gira. Un
20 acelerómetro puede proporcionarse, por ejemplo, por un sistema micro-electromecánico (MEMS) el cual es un dispositivo mecánico pequeño (de dimensiones micrométricas) construido en un chip semiconductor. La dirección de aceleración, además de la orientación, vibración, y choque pueden detectarse. El procesador 1012 además se comunica con un
25 timbre/vibrador 1016, un teclado/pantalla de interfaz de usuario 1018, una

bocina 1020, un micrófono 1022, una cámara 1024, un sensor de luz 1026, y un sensor de temperatura 1028. Los magnetómetros se han incorporado en los dispositivos móviles para activar tales aplicaciones como brújula digital que mide la dirección y magnitud de un campo magnético en la
5 cercanía del dispositivo móvil, rastrea cambios para el campo magnético y presenta la dirección del campo magnético a los usuarios.

El procesador 1012 controla las transmisiones y la recepción de las señales inalámbricas. Durante un modo de transmisión, el procesador 1012 proporciona una señal por voz del micrófono 1022, u otra señal de datos,
10 para la circuitería de transmisión/recepción 1006. La circuitería de transmisión/recepción 1006 transmite la señal a una estación remota (por ejemplo, una estación fija, operador, otros teléfonos celulares, etc.) para la comunicación a través de la antena 1002. El timbre/vibrador 1016 se utiliza para señalar una llamada entrante, mensaje de texto, recordatorio de
15 calendario, recordatorio de reloj de alarma, u otra notificación para el usuario. Durante un modo de recepción, la circuitería de transmisión/recepción 1006 recibe una voz u otra señal de datos de una estación remota a través de la antena 1002. Una señal de voz recibida se proporciona a la bocina 1020 mientras que otras señales de datos
20 recibidas también se procesan de manera apropiada.

Adicionalmente, un conector físico 1088 puede utilizarse para conectar el dispositivo móvil 100 a una fuente de energía externa, tal como un adaptador AC o estación de acoplamiento energizada. El conector físico 1088 también puede utilizarse como una conexión de datos para un
25 dispositivo de cómputo. La conexión de datos permite las operaciones tal

como sincronizar datos de dispositivo móvil con los datos de cómputo en otro dispositivo. Un receptor de servicio de posicionamiento global (GPS) 1065 que utiliza navegación de radio basada en satélite que depende de la posición de las aplicaciones de usuario se activa para tal servicio.

5 La tecnología es operacional con numerosos otros ambientes o configuraciones de sistema de cómputo de propósito general o de propósito especial. Ejemplos de sistemas de cómputo bien conocidos, ambientes, y/o configuraciones que pueden ser adecuados para usarse con la tecnología incluyen, pero no se limitan a, computadoras personales, 10 computadoras de servidor, dispositivos portátiles o de laptop, sistemas de procesador múltiple, sistemas basados en microprocesador, codificadores, electrónica de consumidor programable, PC de red, minicomputadoras, macrocomputadoras, ambientes de cómputo distribuidos que incluyen cualquiera de los sistemas anteriores o dispositivos, y similares.

15 La tecnología puede describirse en contexto general de las instrucciones ejecutables por computadora, tal como módulos de programa, siendo ejecutados por una computadora. Generalmente, los módulos de programa incluyen rutinas, programas, objetos, componentes, estructuras de datos, etc. que realizan tareas particulares o implementan 20 tipos de datos abstractos particulares. La tecnología también puede practicarse en ambientes de cómputo distribuidos en donde se realizan las tareas por los dispositivos de procesamiento remotos que están enlazados a través de una red de comunicaciones. En un ambiente de cómputo distribuido, los módulos de programa pueden localizarse tanto en medios 25 de almacenamiento de computadora locales como remotos que incluyen

dispositivos de almacenamiento de memoria.

Aunque el tema se ha descrito en lenguaje específico a características estructurales y/o actos metodológicos, se entenderá que el tema definido en las reivindicaciones anexas no necesariamente se limita a
5 las características específicas o actos descritos anteriormente. Más bien, las características específicas y actos descritos anteriormente se describen como formas ilustrativas de implementar las reivindicaciones.

10

15

20

25