

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 376 045**

51 Int. Cl.:
H04W 84/00 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07761894 .0**
96 Fecha de presentación: **04.05.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2022281**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **11.02.2009**

54 Título: **CÁLCULO DE CALIDAD DE LA CARACTERIZACIÓN DEL PUNTO DE ACCESO WLAN PARA USO EN UIN SISTEMA DE POSICIONAMIENTO WLAN.**

30 Prioridad:
08.05.2006 US 430224

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
08.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
08.03.2012

73 Titular/es:
**SKYHOOK WIRELESS, INC.
332 CONGRESS ST., 3RD FLOOR
BOSTON, MA 02210, US**

72 Inventor/es:
**ALIZADEH-SHABDIZ, Farshid;
PAHLAVAN, Kaveh y
BRACHET, Nicolas**

74 Agente/Representante:
de Elzaburu Márquez, Alberto

ES 2 376 045 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

Cálculo de calidad de la caracterización del punto de acceso wlan para uso en un sistema de posicionamiento wlan

Campo de la invención

5 La invención se refiere en general a sistemas de posicionamiento y, más específicamente, a métodos y sistemas para clasificar puntos de acceso WLAN (Wireless Local Area Network) en un sistema de posicionamiento WLAN. La invención se refiere además a calcular la calidad de estimación de las características de los puntos de acceso WLAN y a clasificar una base de datos de referencia correspondiente.

Análisis de la técnica relacionada

10 La determinación de la posición es el componente principal de los sistemas de navegación y de cualquier Servicio Basado en Localización (LBS).

15 La proliferación de los puntos de acceso WLAN en los últimos años creó un manto de ondas de radio WLAN en todas partes. Por lo tanto, prácticamente en cualquier sitio, existe una gran posibilidad de detectar ondas de radio WLAN, especialmente en áreas urbanas. El crecimiento exponencial de WLAN, y el hecho de que pueden encontrarse prácticamente en cualquier parte, iniciaron la idea de apalancarlos para un sistema de posicionamiento metropolitano para áreas interiores y exteriores. En un sistema de posicionamiento WLAN metropolitano, la localización de los puntos de acceso se utiliza como puntos de referencia, y la Intensidad de la Señal Recibida (Received Signal Strength o RSS) de un punto de acceso WLAN se utiliza como un indicador de una distancia de un usuario final desde los puntos de acceso WLAN que el usuario detecta en cualquier momento. Conociendo la distancia del usuario final desde los puntos de acceso WLAN, se puede determinar la localización del usuario final. 20 La traducción de la Intensidad de la Señal Recibida del receptor a distancia depende de asumir un modo de canal de radio específico. Idealmente, si el modelo de canal de radio se conociera con exactitud, podría encontrarse la distancia exacta del usuario final a los puntos de acceso WLAN.

25 Los sistemas de posicionamiento basados en WLAN para interiores y exteriores han sido explorados por un par de laboratorios de investigación, pero ninguno de ellos incluyó una estimación de velocidad y demora en su sistema. Los intentos de investigación más importantes en esta área han sido realizados por PlaceLab (www.placelab.com, un proyecto patrocinado por Microsoft e Intel), University of California San Diego, proyecto ActiveCampus (ActiveCampus - Sustaining Educational Communities through Mobile Technology, informe técnico #CS2002-0714), y el sistema de localización amplia del campus del MIT, y se evaluó a través de diversos proyectos pequeños en Dartmouth college (p. ej., M. Kim, J.J. Fielding y D. Kotz, "Risks of using AP locations discovered through war driving"). 30

35 Ha habido una serie de ofertas comerciales de sistemas de localización Wi-Fi dirigidos a posicionamiento en interiores (Véase, p. ej., Kavitha Muthukrishnan, Maria Lijding, Paul Havinga, Towards Smart Surroundings: Enabling Techniques and Technologies for Localization, Proceedings of the International Workshop on Location and Context-Awareness (LoCA 2005) en Pervasive 2005, mayo 2005, y Hazas, M., Scott, J., Krumm, J.: Location-Aware Computing Comes of Age. IEEE Computer, 37(2):95-97, feb 2004 005, Pa005, páginas 350-362). Estos sistemas están diseñados para dirigirse al rastreo de patrimonio y de personas dentro de un entorno controlado como un campus corporativo, una unidad hospitalaria o un muelle de carga. El ejemplo clásico sería tener un sistema que pueda monitorear la ubicación exacta del carro de paradas dentro del hospital, de manera que cuando haya un paro cardiaco, el personal del hospital no tenga que perder tiempo en localizar el dispositivo. Los requerimientos de 40 precisión para estos casos son muy demandantes y típicamente requieren una precisión de 1-3 metros.

45 Estos sistemas emplean una diversidad de técnicas para sintonizar su precisión, incluyendo inspecciones detalladas en el sitio de cada pie cuadrado del campus para medir la propagación de la señal de radio. También requieren una conexión de red constante de modo que el punto de acceso y la radio del cliente puedan intercambiar información de sincronización similar a como funciona A-GPS. Si bien estos sistemas se están tomando más confiables para casos de uso en interiores, son ineficaces en cualquier despliegue de área amplia. Es imposible llevar a cabo la clase de inspección detallada del sitio requerida en toda la ciudad, y no hay forma de confiar en un canal de comunicación constante con 802.11 puntos de acceso en toda un área metropolitana al grado requerido por estos sistemas. Lo que es más importante, la propagación de radio en exteriores es fundamentalmente diferente de la propagación de radio en interiores, lo que hace que estos algoritmos de posicionamiento internos para interiores sean prácticamente 50 inútiles en un escenario de área amplia. La precisión requerida de los sistemas de posicionamiento basados en WLAN para interiores dificulta el uso del modelado del canal de radio, y se considera un tema de investigación en ese dominio. Además, ninguno de los sistemas de posicionamiento basados en WLAN existentes hasta la fecha han distinguido entre puntos de acceso, y los métodos actuales tratan todos los puntos de acceso WLAN de la misma manera. El documento EP16/2999A1 describe un método para detectar la proximidad de recursos físicos cercanos 55 entre sí en donde las señales de radio se reciben desde diversas fuentes y donde dichas señales se utilizan para determinar la proximidad.

La Figura 1 representa un sistema de posicionamiento de Wi-Fi (Wi-Fi Positioning System o WPS). El sistema de posicionamiento incluye un software de posicionamiento [103] que reside en un dispositivo de computación [101]. En

un área de cobertura particular hay puntos de acceso inalámbricos fijos [102] que transmiten información usando señales de transmisión de canales de control común. El dispositivo del cliente monitorea la señal de transmisión o solicita su transmisión mediante una solicitud de sonda. Cada punto de acceso contiene un identificador de hardware único conocido como dirección MAC. El software de posicionamiento del cliente recibe balizas de señalización desde los puntos de acceso 802.11 en rango y calcula la ubicación geográfica del dispositivo de computación usando características desde las balizas de señalización. Esas características incluyen el identificador único del punto de acceso 802.11, conocido como la dirección MAC, y las intensidades de la señal que llega al dispositivo del cliente. El software del cliente compara los puntos de acceso 802.11 observados con aquellos en su base de datos de referencia [104] de puntos de acceso, que pueden o no residir también en el dispositivo. La base de datos de referencia contiene las ubicaciones geográficas calculadas y el perfil de potencia de todos los puntos de acceso que ha recogido el sistema de recolección. El perfil de potencia puede generarse a partir de una colección de lecturas que representan la potencia de la señal desde diversas ubicaciones. Usando estas ubicaciones conocidas, el software del cliente calcula la posición relativa del dispositivo del usuario [101] y determina sus coordenadas geográficas en la forma de lecturas de latitud y longitud. Esas lecturas luego se alimentan a aplicaciones basadas en localización tales como localizadores de amigos, sitios web de búsquedas locales, sistemas de administración de flotas y servicios E911.

Sumario

La invención provee métodos y sistemas para clasificar puntos de acceso WLAN de acuerdo con la calidad de estimación de características de los puntos de acceso WLAN. Las clasificaciones pueden utilizarse para clasificar una base de datos de referencia y para cuantificar un error esperado de estimación de las características de los puntos de acceso WLAN. Según un aspecto de la invención, los puntos de acceso WLAN se clasifican en base a su impacto sobre la posición de un usuario, la velocidad de recorrido y la precisión de la estimación de la dirección del recorrido en un sistema de posicionamiento WLAN.

Según otro aspecto de la invención, un sistema de posicionamiento tiene una pluralidad de puntos de acceso Wi-Fi en un área objetivo. Un método para determinar una calidad de estimación de las características de un punto de acceso Wi-Fi comprende un dispositivo de exploración habilitado para Wi-Fi que recibe y mide un número de muestras de intensidad de la señal recibida (RSS) de la señal de Wi-Fi transmitida por el punto de acceso Wi-Fi. Se estima una distancia total recorrida por el dispositivo de exploración habilitado para Wi-Fi que mide el número de muestras RSS. La calidad de estimación de características del punto de acceso Wi-Fi se estima usando la distancia total recorrida por el dispositivo de exploración habilitado para Wi-Fi.

Según otro aspecto de la invención, las características del punto de acceso Wi-Fi incluyen por lo menos una ubicación geográfica del punto de acceso Wi-Fi y características de propagación de radio del punto de acceso Wi-Fi.

Según otro aspecto de la invención, un sistema de posicionamiento tiene una pluralidad de puntos de acceso Wi-Fi en un área objetivo. Un método para determinar una calidad de estimación de características de un punto de acceso Wi-Fi comprende un dispositivo de exploración habilitado para Wi-Fi que recibe y mide un número de muestras de intensidad de la señal recibida (RSS) de la señal de Wi-Fi transmitida por el punto de acceso Wi-Fi. Una velocidad correspondiente de recorrido del dispositivo de exploración habilitado para Wi-Fi se asocia con cada muestra RSS. Un periodo correspondiente de tiempo de exploración se asocia con cada muestra RSS. Se determina un factor de confianza usando la suma de cada una de las velocidades de recorrido del dispositivo de exploración habilitado para Wi-Fi ponderado por el correspondiente periodo de tiempo de exploración para cada muestra RSS. La calidad de estimación se determina usando el factor de confianza.

Según otro aspecto de la invención, un sistema de posicionamiento tiene una pluralidad de puntos de acceso Wi-Fi en un área objetivo. Un método para determinar una calidad de estimación de las características de un punto de acceso Wi-Fi comprende un dispositivo de exploración habilitado para Wi-Fi que recibe y mide un número de muestras de intensidad de la señal recibida (RSS) de la señal Wi-Fi transmitida por el punto de acceso Wi-Fi. Una velocidad de recorrido correspondiente del dispositivo de exploración habilitado para Wi-Fi se asocia con cada muestra RSS. Un periodo de tiempo correspondiente de exploración se asocia con cada muestra RSS. Se determina un factor de confianza usando el número de muestras RSS y las velocidades de recorrido del dispositivo de exploración habilitado para Wi-Fi ponderadas por el correspondiente periodo de tiempo de exploración para cada muestra RSS. La calidad de estimación se determina usando el factor de confianza.

Según otro aspecto de la invención, un método para estimar la posición de un dispositivo habilitado para Wi-Fi comprende identificar puntos de acceso Wi-Fi dentro del rango del dispositivo habilitado para Wi-Fi. Las ubicaciones calculadas y la calidad de los valores de estimación correspondientes a los puntos de acceso Wi-Fi identificados se recuperan a partir de una base de datos de referencia. La posición del dispositivo habilitado para Wi-Fi se estima usando las ubicaciones calculadas y los valores de calidad de estimación.

Según otro aspecto de la invención, por lo menos un valor de calidad de estimación correspondiente a los puntos de acceso Wi-Fi determina un peso asignado a una ubicación calculada del correspondiente punto de acceso Wi-Fi para uso en estimar la posición del dispositivo habilitado para Wi-Fi.

Según otro aspecto de la invención, una ubicación calculada correspondiente a puntos de acceso no se usa para estimar la posición del dispositivo habilitado para Wi-Fi, si un valor de calidad de estimación correspondiente al punto de acceso Wi-Fi está por debajo de un umbral.

Breve descripción de los dibujos

5 En los dibujos,

la Figura 1 representa ciertas realizaciones de un sistema de posicionamiento Wi-Fi;

la Figura 2 representa un ejemplo de un punto de acceso con un número relativamente pequeño de muestras RSS;

la Figura 3 representa un ejemplo de un punto de acceso con un número relativamente grande de muestras RSS; y

10 la Figura 4 representa un ejemplo del impacto de la distancia total de recorrido de un dispositivo de exploración habilitado para Wi-Fi sobre la calidad de estimación de las características del punto de acceso WLAN.

Descripción detallada

15 Las realizaciones de la invención proporcionan métodos y sistemas para definir una medida de calidad para cada punto de acceso WLAN (AP) en un sistema de posicionamiento basado en WLAN. La medida de calidad de un punto de acceso WLAN se puede usar como indicador del error esperado de la estimación de posición, velocidad de recorrido y dirección de recorrido de un usuario en base a ese punto de acceso WLAN. La cuantificación de la estimación del error esperado en base a un punto de acceso WLAN determinado puede utilizarse para aumentar la precisión de la estimación total, dando más peso a puntos de acceso WLAN más confiables, y también se puede utilizar para cuantificar el error esperado de la estimación final de la posición, la velocidad de recorrido y la dirección de recorrido, considerando la calidad de un agregado de los puntos de acceso WLAN en rango.

20 Las realizaciones de la presente invención incorporan técnicas, sistemas y métodos descritos en solicitudes anteriormente presentadas, incluyendo sin limitación, la solicitud de patente estadounidense núm. 11/261,848, titulada Location Beacon Database, la solicitud de patente estadounidense núm. 11/261, 898, titulada Server for Updating Location Beacon Database, la solicitud de patente estadounidense núm. 11/261,987, titulada Method and System for Building a Location Beacon Database la solicitud de patente estadounidense núm. 11/261,988, titulada
25 Location-Based Services that Choose Location Algorithms Based on Number of Detected Access Points Within Range of User Device, todas presentadas el 28 de octubre de 2005 . Esas solicitudes describieron formas específicas de compilar datos de localización de alta calidad para puntos de acceso Wi-Fi, de modo tal que los datos pudiesen utilizarse en servicios basados en localización para determinar la posición geográfica de un dispositivo habilitado para Wi-Fi que emplea dichos servicios y técnicas que usan dichos datos de localización para estimar la
30 posición de un usuario del sistema. Las presentes técnicas, no obstante, no se limitan a los sistemas y métodos descritos en las solicitudes de patente anteriormente mencionadas. Por lo tanto, si bien puede ser útil la referencia a dichos sistemas y aplicaciones, no se consideran necesarios para entender las presentes realizaciones o invenciones.

35 Ya que la localización de usuarios en un sistema de posicionamiento WLAN se calcula con referencia a la localización de puntos de acceso WLAN públicos y privados, cualquier imprecisión en los parámetros asociados de un punto de acceso (AP), por ejemplo la ubicación geográfica del punto de acceso, impacta directamente en la precisión de la estimación de la posición de los usuarios. Los aspectos de la presente invención incluyen un método sistemático para clasificar o cuantificar la calidad de los puntos de acceso WLAN. Además, los aspectos de la invención se pueden utilizar para clasificar una base de datos de referencia de puntos de acceso WLAN. Las
40 realizaciones se pueden utilizar para cuantificar el error esperado de los resultados de cálculos usando un punto de acceso WLAN determinado. Los puntos de acceso WLAN pueden clasificarse entonces en base a su nivel de precisión. El conocimiento del nivel de precisión de las características de WLAN se puede utilizar, por ejemplo, en ecuaciones de estimación para incrementar la precisión de la estimación, usando solamente puntos de acceso de calidad relativamente alta o ponderando los puntos de acceso en base a su calidad.

45 Se pueden estimar características de un punto de acceso WLAN, como su ubicación geográfica o características de propagación de radio, usando un dispositivo de exploración habilitado para Wi-Fi para obtener muestras de la Intensidad de la Señal Recibida (RSS) que ocurren en posiciones correspondientes. Por ejemplo, se pueden utilizar las técnicas descritas en las solicitudes incorporadas anteriormente.

50 El número total de muestras recogidas por el dispositivo de exploración al recoger las muestras RSS para un punto de acceso WLAN determinado se puede usar para calcular el error esperado de estimación de características para ese punto de acceso WLAN. Las muestras se ponderan de acuerdo con la velocidad del dispositivo de exploración al recoger las muestras RSS. El número de muestras RSS ponderado de acuerdo con la velocidad del dispositivo de exploración al momento del muestreo de RSS se puede usar como un sustituto para la relación del número de muestras al área de cobertura de un punto de acceso.

La Figura 2 representa un ejemplo de un punto de acceso WLAN [201] que tiene una calidad relativamente baja de caracterización debido a que el número de muestras RSS [202] es relativamente bajo. En cambio, la Figura 3 representa un ejemplo de un punto de acceso WLAN [301] que tiene una calidad relativamente alta de caracterización debido a que el número de muestras RSS [302] es relativamente alto, lo que genera una alta precisión de la estimación de las características del punto de acceso WLAN.

La Figura 4 representa el impacto de la velocidad del dispositivo de exploración en la distancia recorrida por el dispositivo de exploración mientras recoge las muestras RSS, donde se presentan dos puntos de acceso WLAN [401] y [403] con números equivalentes de muestras RSS [402] y [404]. Durante la recolección de las muestras RSS [404] para el punto de acceso WLAN [403], el dispositivo de exploración viajó a una velocidad mayor que cuando el dispositivo de exploración recogió las muestras RSS [402] para el punto de acceso WLAN [401]. Si las muestras RSS [402] y las muestras RSS [404] se recogieron durante la misma cantidad de tiempo, las muestras RSS [404] cubren una distancia total mayor que las muestras RSS [402]. Por consiguiente, las muestras RSS [404] son un mejor indicador de las características, por ejemplo el perfil de potencia, del punto de acceso WLAN [403] en comparación con el punto de acceso WLAN [401].

Según otras realizaciones de la invención, se cuantifica la calidad de estimación de las características de un punto de acceso WLAN. La ubicación geográfica de un punto de acceso WLAN y sus características de propagación de radio se estiman en base a las muestras RSS en su área de cobertura. El número de muestras RSS que se utilizan para estimación de las características de un punto de acceso WLAN impacta directamente en la precisión de la estimación. Si el número de muestras RSS de un punto de acceso WLAN es relativamente bajo, el error de la estimación de la ubicación geográfica del punto de acceso WLAN y la estimación de sus características de propagación de radio serán relativamente altos. Por ende, se puede considerar que los puntos de acceso WLAN con números de muestras RSS relativamente pequeños tienen confiabilidad relativamente baja cuando se usan en un sistema de posicionamiento basado en WLAN. Por otra parte, los puntos de acceso WLAN con números relativamente altos de muestras RSS pueden considerarse puntos de acceso WLAN de confiabilidad relativamente alta. Según una realización ilustrativa, el número de muestras RSS se puede usar para cuantificar la precisión esperada de estimación de la posición en base a los puntos de acceso WLAN. Ya que la precisión esperada de la estimación de la posición de diferentes puntos de acceso WLAN es diferente, la estimación basada en ellos puede también ponderarse de acuerdo con su error esperado.

En el proceso de exploración, la velocidad del dispositivo de exploración no es constante. El dispositivo de exploración podría detenerse por un rato o podría moverse rápido por autopistas. Como consecuencia, el mismo número de muestras RSS puede cubrir distintas áreas geográficas, como se explica en relación con la Figura 4 de arriba. El área geográfica que cubre un determinado número de muestras RSS equivale a la velocidad del dispositivo de exploración multiplicado por el periodo de exploración. Por lo tanto, presuponiendo un periodo de exploración constante, el valor del número absoluto de muestras se pondera de acuerdo con la velocidad del dispositivo de exploración al momento de exploración. La velocidad del dispositivo de exploración al momento del muestreo de RSS se puede recoger, por ejemplo, a partir de un GPS, o puede derivar de la posición GPS con el transcurso del tiempo. La estimación de la velocidad GPS es muy precisa porque se basa en la frecuencia de medición Doppler de la señal recibida por GPS, pero el cálculo de velocidad basado en la posición GPS con el transcurso del tiempo es una estimación aproximada de la velocidad.

Si se conoce la estimación de la velocidad del dispositivo de exploración al momento de la exploración, y el número total de muestras RSS exploradas se indica con N , un factor de confianza, indicado con CF_n , se calcula de la siguiente manera:

$$CF_n = \sum_{i=1}^N f(V_i T_i)$$

en donde V_i es la velocidad del dispositivo de exploración y T_i es el periodo de exploración al momento de tomar la muestra RSS i , donde $0 < i < N$. El periodo de exploración es un valor constante prácticamente todo el tiempo. El valor del periodo de exploración, cuando es constante, se muestra con T_0 . La función $f(V_i T_i)$ es una función no lineal y generalmente es como sigue: para muestras RSS que se toman mientras el dispositivo de exploración se está moviendo, el $V_i T_i$ se considera el peso de las muestras. Para muestras RSS que se toman mientras el dispositivo de exploración está quieto, todas las lecturas con la misma localización y la misma lectura de potencia se consideran una sola vez. Por ejemplo, si el dispositivo de exploración recoge muestras de potencia RSS mientras no se está moviendo por un periodo de tiempo determinado, T_p , y la lectura de potencia desde un punto de acceso fue la misma durante todo el periodo T_p , se considera solamente una muestra RSS desde este punto de acceso para el periodo T_p . Finalmente, las muestras RSS tomadas mientras el dispositivo de exploración está quieto se consideran con un factor de corrección K . El factor de corrección K se puede calcular en base a la aceleración promedio del dispositivo de exploración desde la velocidad cero, a_0 . Por ende, $K = a_0 T_0^2$.

Después de quitar las muestras RSS con la misma localización y lectura de potencia (muestras tomadas mientras el dispositivo de exploración está quieto), permanecen las muestras N . Del número total de muestras N , si las muestras

RSS se toman mientras el dispositivo de exploración está quieto, y las muestras RSS N_2 se toman mientras el dispositivo de exploración está en movimiento, el factor de confianza se puede redactar de la siguiente manera:

$$CF_n = KN_1 + \sum_{i=1}^{N_2} V_i T_i$$

5 Un ejemplo de un cálculo de factor de confianza que tiene esta forma es el siguiente, si el periodo de exploración se establece en un segundo:

$$CF_n = 2N_1 + \sum_{i=1}^{N_2} V_i$$

10 El valor de CF_n calculado arriba es un indicador de la confiabilidad de la estimación de las características de un punto de acceso WLAN. La interpretación del valor CF_n es la siguiente: como se estableció anteriormente, un número relativamente pequeño de muestras RSS se traducirá en prácticamente ninguna confiabilidad de estimación, es decir, una o dos muestras no son suficientes para una estimación confiable. El aumento del número de muestras RSS tiene un efecto exponencial sobre la precisión. En otros términos, la diferencia de una muestra RSS en un número bajo de muestras tiene mayor impacto sobre la precisión que una muestra RSS en un número alto de muestras. Por otra parte, cuando el número de muestras es relativamente alto, la calidad de estimación en base a ellas es alta. Además, el aumento del número de muestras RSS no tiene un impacto notable sobre la precisión de la estimación de características, tales como la ubicación geográfica y las características de propagación de radio, de un punto de acceso WLAN. Por lo tanto, como parte de un cálculo de confiabilidad del punto de acceso WLAN, habrá dos umbrales: CF_{min} es un número mínimo de muestras, en promedio, que se necesitan para determinar una estimación de la característica de punto de acceso WLAN relativamente confiable. Si el número de muestras RSS está debajo del umbral, la estimación no se considera confiable. CF_{max} es un umbral más allá, que sumando muestras RSS extra no tiene un impacto significativo sobre la precisión de las estimaciones.

20 Ya que la relación entre el factor de confianza, CF_n , y una medida de confiabilidad, R , de las características del punto de acceso WLAN es logarítmica, la confiabilidad se calcula de la siguiente manera:

$$R = (R_{max} - R_{min}) \frac{[\log(CF_n) - \log(CF_{min})]}{[\log(CF_{max}) - \log(CF_{min})]} + R_{min}$$

25 La confiabilidad máxima puede establecerse en uno, y la confiabilidad mínima puede establecerse en un número muy pequeño. Por ejemplo,

$$R_{min} = 0,001,$$

$$R_{max} = 1.$$

Los valores de CF_{min} y CF_{max} se pueden hallar empíricamente. Los valores útiles para un sistema de posicionamiento basado en WLAN metropolitano, general son los siguientes:

$$CF_{min} = 36,$$

$$CF_{max} = 68.$$

30 Según realizaciones de la invención, la base de datos de referencia [104] se puede clasificar de acuerdo con las clasificaciones de los puntos de acceso WLAN, la cuantificación del error esperado de los parámetros del punto de acceso, o la calidad de los datos del punto de acceso WLAN asociado. Por ejemplo, los puntos de acceso WLAN que tienen una clasificación o medida de calidad debajo de un umbral deseado pueden retenerse en la base de datos de referencia [104]. Esto garantiza que solamente los puntos de acceso que tengan una alta calidad de estimación de parámetros sean usados por el dispositivo del usuario [101] para determinar la posición, la velocidad de recorrido o la dirección del recorrido de un usuario. En otras realizaciones, todos los puntos de acceso WLAN pueden incluirse en la base de datos de referencia [104], pero el software de posicionamiento [103] no puede usar los puntos de acceso que tienen una clasificación o medida de calidad por debajo de un umbral deseado.

40 Según una realización de la invención, otro ejemplo de clasificación de la base de datos de referencia [104] incluye hallar un factor de confiabilidad para cada punto de acceso WLAN en el sistema de posicionamiento, y registrarlo en la base de datos de referencia [104]. En un sistema de posicionamiento basado en WLAN, el usuario tiene acceso a la base de datos de referencia [104] y utiliza los puntos de acceso WLAN en rango para estimar su posición, la

5 velocidad de recorrido y la dirección del recorrido. El factor de confiabilidad de cada punto de acceso WLAN en la base de datos de referencia [104] se usa para ponderar los resultados de la estimación de los puntos de acceso WLAN en rango del usuario. El uso de factores de confiabilidad es independiente del algoritmo de posicionamiento, que se usa para estimar los atributos del usuario, p. ej., la posición, la velocidad de recorrido y la dirección del recorrido. Si la estimación en la forma más general puede redactarse como una operación O en función f sobre los puntos de acceso WLAN AP_N en rango, $O(f(AP_1), f(AP_N))$, el factor de confiabilidad se aplica a la estimación de la siguiente forma:

$$O(R_1 f(AP_1), \dots, R_N f(AP_N))$$

donde N es el número total de puntos de acceso en rango del usuario.

10 Los puntos de acceso WLAN con distintos factores de confiabilidad o medidas de calidad se pueden combinar en distintos métodos. Por ejemplo, todos los puntos de acceso WLAN se pueden usar para estimar la posición de un usuario, pero cada punto de acceso WLAN se pondera de acuerdo con su factor de confiabilidad. Un ejemplo es multiplicar los resultados de la estimación de cada punto de acceso WLAN por su confiabilidad, y luego combinar todos los resultados para obtener el resultado de la estimación final. Otro ejemplo consiste en utilizar solamente los puntos de acceso WLAN de calidad relativamente alta. En este caso, los puntos de acceso WLAN se clasifican en base a su confiabilidad. Después de detectar todos los puntos de acceso WLAN en rango, el método comienza el proceso de estimación con los puntos de acceso WLAN en la clase de confiabilidad más alta. En base al número de puntos de acceso WLAN en la clase más alta, se toma una decisión o bien de incluir o de excluir puntos de acceso WLAN en las clases inferiores. La decisión de cuál de estos dos métodos ilustrativos utilizar depende del caso de uso, como lo es la decisión de incluir o excluir puntos de acceso WLAN de clase inferior.

20 Otra dimensión que puede añadirse al cálculo de CFn es la precisión de la localización de las muestras RSS. La localización de muestras RSS puede determinarse, por ejemplo, con un GPS conectado al dispositivo de exploración. Un GPS reporta indicadores del Error de Posición (Position Error o PE) esperado. El Error de Posición esperado de la estimación de localización del GPS se puede utilizar también para ponderar muestras RSS. Se les da un peso mayor a muestras RSS con valores PE esperados inferiores.

25 Se ha de apreciar que el alcance de la presente invención no se limita a las realizaciones anteriormente descritas, sino que se define en las reivindicaciones anejas, y estas reivindicaciones abarcarán modificaciones y mejoras de lo que se ha descrito.

REIVINDICACIONES

1. Un método en un sistema de posicionamiento que tiene una pluralidad de puntos de acceso Wi-Fi (201) en un área objetivo, teniendo por lo menos uno de los puntos de acceso Wi-Fi características estimadas, donde el método comprende:

5 clasificar por lo menos uno de los puntos de acceso Wi-Fi de la pluralidad, donde la clasificación se basa en determinar una medida de calidad para precisión de la estimación de las características del punto de acceso Wi-Fi, incluyendo las características por lo menos uno de:

una ubicación geográfica estimada del punto de acceso Wi-Fi y características de propagación de radio del punto de acceso Wi-Fi.

10 2. El método según la reivindicación 1, que además comprende:

almacenar la clasificación del punto de acceso Wi-Fi (201) en una base de datos de referencia.

3. El método según la reivindicación 1, que además comprende:

usar la clasificación para cuantificar un error esperado de por lo menos una de las características estimadas del punto de acceso Wi-Fi.

15 4. El método según la reivindicación 1, que además comprende:

estimar una condición de un dispositivo habilitado para Wi-Fi usando la clasificación del punto de acceso Wi-Fi (201) y por lo menos una de las características estimadas del punto de acceso Wi-Fi.

5. El método según la reivindicación 4, donde la condición del dispositivo habilitado para Wi-Fi es por lo menos uno de posición, velocidad de recorrido y dirección de recorrido.

20 6. El método según la reivindicación 1, que además comprende:

un dispositivo de exploración habilitado para Wi-Fi que recibe y mide un número de muestras de intensidad de la señal recibida (RSS) (202) de una señal de Wi-Fi transmitida por el punto de acceso Wi-Fi (201); estimando una distancia total recorrida por el dispositivo de exploración habilitado para Wi-Fi, a la vez que se mide el número de muestras RSS; y usando la distancia total estimada recorrida para determinar la medida de calidad para la precisión de la estimación de las características del punto de acceso Wi-Fi.

25

7. El método según la reivindicación 6, que además comprende:

asociar una velocidad correspondiente de recorrido del dispositivo de exploración habilitado para Wi-Fi con cada muestra RSS (202);

asociar un periodo de tiempo correspondiente de exploración con cada muestra RSS;

30 determinar un factor de confianza, CF_n , usando la suma de cada una de las velocidades de recorrido del dispositivo de exploración habilitado para Wi-Fi ponderada por el correspondiente periodo de tiempo de exploración para cada muestra RSS; y

determinar la calidad de estimación, R , de acuerdo con la ecuación:

$$R = (R_{\max} - R_{\min}) \frac{[\log(CF_n) - \log(CF_{\min})]}{[\log(CF_{\max}) - \log(CF_{\min})]} + R_{\min}$$

35 en la que:

R_{\max} es una calidad máxima de estimación;

R_{\min} es una calidad mínima de estimación;

CF_{\max} es un factor de confianza máximo; y

CF_{\min} es un factor de confianza mínimo.

40 8. El método según la reivindicación 7, en el que:

CF_{\max} es aproximadamente 68; y

CF_{\min} es aproximadamente 36.

9. El método según la reivindicación 5, que además comprende:

asociar una correspondiente velocidad de recorrido del dispositivo de exploración habilitado para Wi-Fi con cada muestra RSS (202);

asociar un correspondiente periodo de tiempo de exploración con cada muestra RSS;

5 determinar un factor de confianza, CF_n , de acuerdo con la ecuación:

$$CF_n = KN_1 + \sum_{i=1}^{N_2} V_i T_i$$

en la que:

K es un factor de correlación;

10 N_1 es un subconjunto de las muestras RSS tomadas mientras el dispositivo de exploración habilitado para Wi-Fi está quieto;

N_2 es un subconjunto de las muestras RSS tomadas mientras el dispositivo de exploración habilitado para Wi-Fi está en movimiento;

V_i es una de las velocidades de recorrido del dispositivo de exploración habilitado para Wi-Fi correspondiente a la muestra RSS i ; y

15 T_i es uno de los periodos de tiempo correspondientes a la muestra RSS i ; y

determinar la calidad de estimación, R , de acuerdo con la ecuación:

$$R = (R_{\max} - R_{\min}) \frac{[\log(CF_n) - \log(CF_{\min})]}{[\log(CF_{\max}) - \log(CF_{\min})]} + R_{\min}$$

en la que:

R_{\max} es una calidad máxima de estimación.

20 R_{\min} es una calidad mínima de estimación;

CF_{\max} es un factor de confianza máximo; y

CF_{\min} es un factor de confianza mínimo.

10. El método según la reivindicación 9, en el que:

CF_{\max} es aproximadamente 68,

25 CF_{\min} es aproximadamente 36;

K es aproximadamente 2; y

T_i es aproximadamente 1 segundo.

11. Un sistema que comprende medios para implementar un método según cualquier reivindicación precedente.

30 12. Código de máquina ejecutable que comprende instrucciones que, cuando se ejecutan, implementan un método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.

13. Código de almacenamiento legible por una máquina según la reivindicación 12.

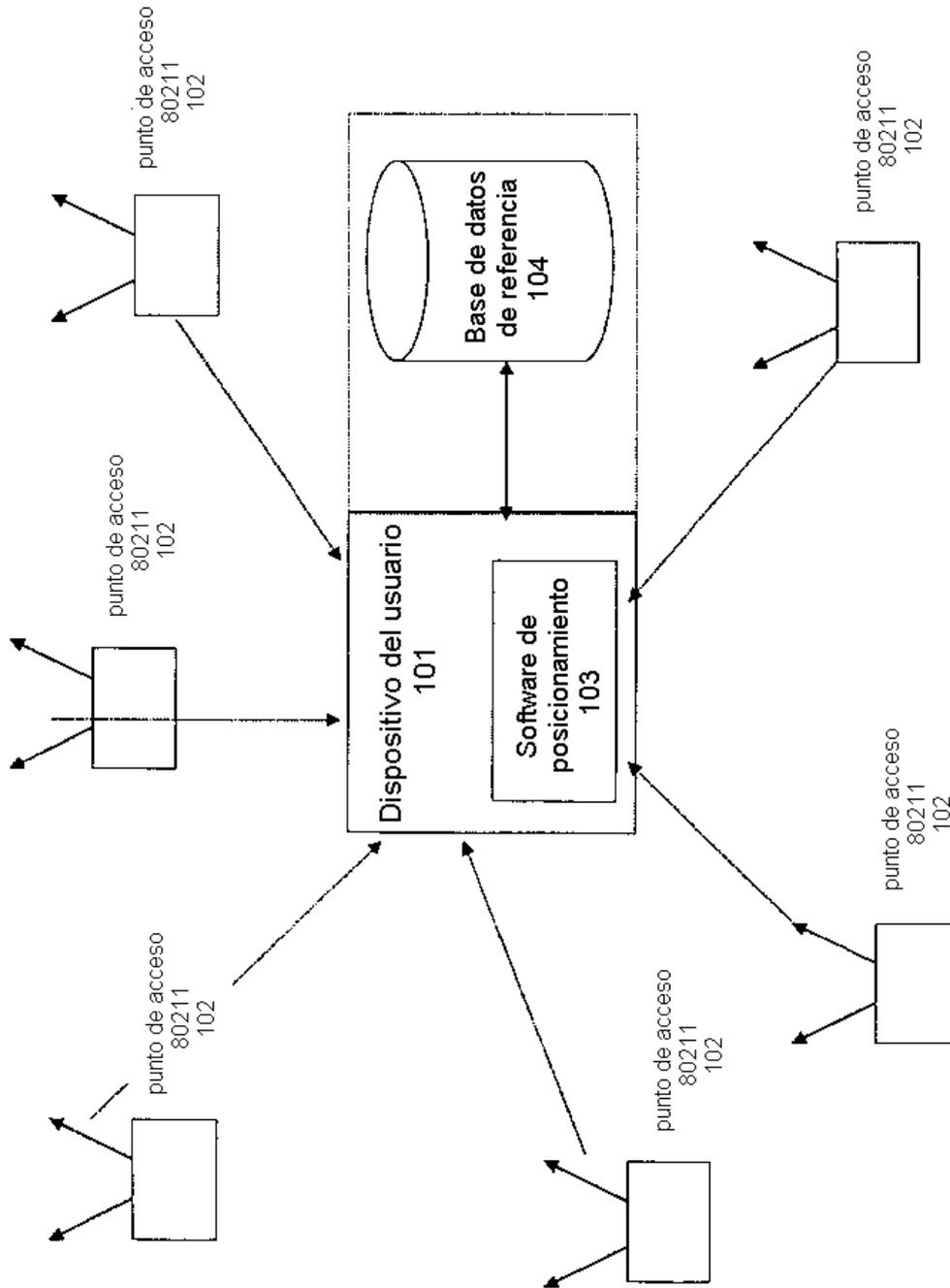


Figura 1

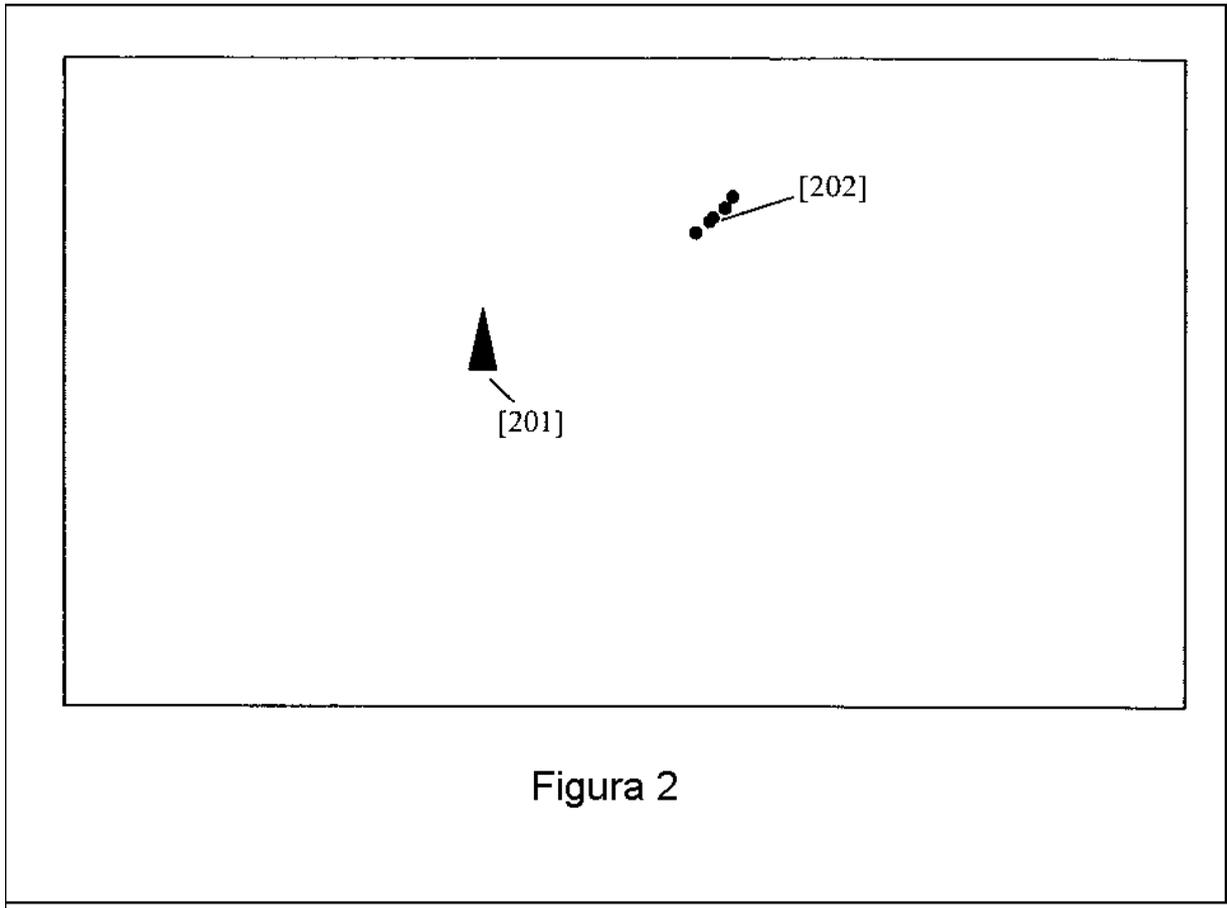


Figura 2

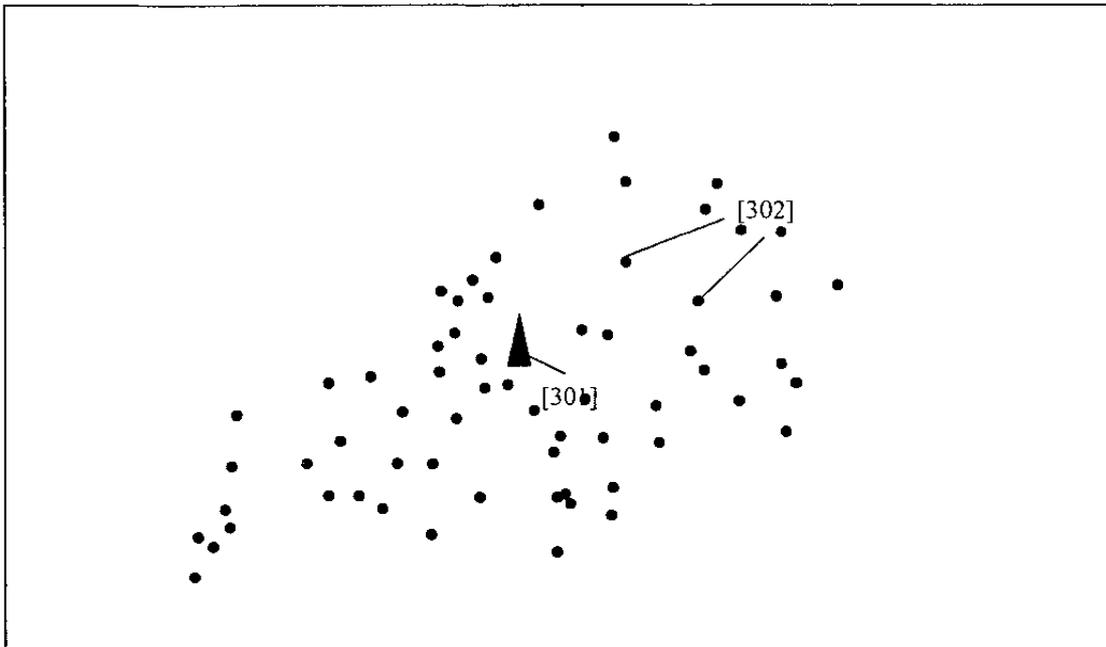


Figura 3

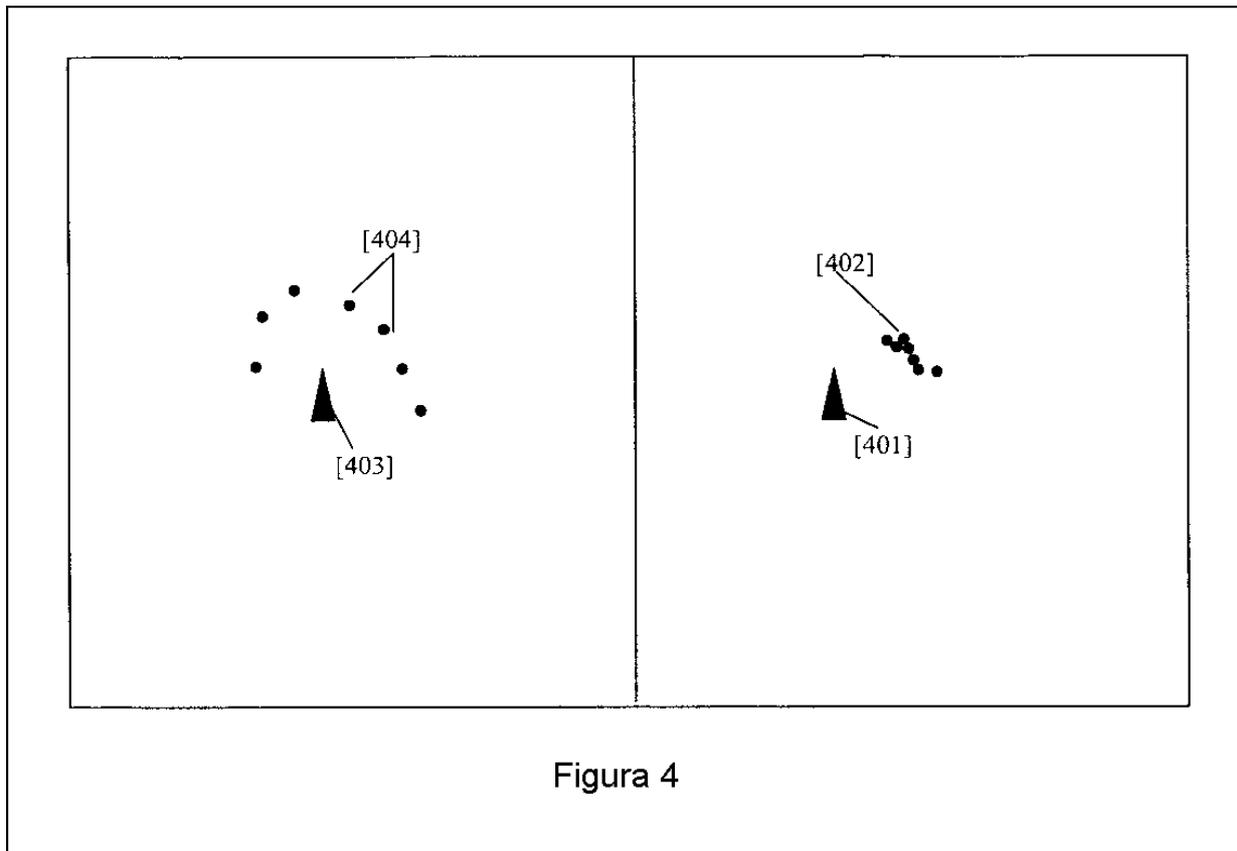


Figura 4