

OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 372 512**

② Número de solicitud: 200803212

⑤ Int. Cl.:
H04W 64/00 (2009.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

② Fecha de presentación: **05.11.2008**

④ Fecha de publicación de la solicitud: **23.01.2012**

④ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
23.01.2012

⑦ Solicitante/s: **Universidad de Valladolid
Plaza de Santa Cruz, 5 - Bajo
47002 Valladolid, ES**

⑦ Inventor/es: **Mazuelas Franco, Santiago;
Lorenzo Mateo, Rubén;
Fernández Reguero, Patricia;
Bahillo Martín, Alfonso;
Blas Prieto, Juan;
Abril Domingo, Evaristo José y
Prieto Tejedor, Javier**

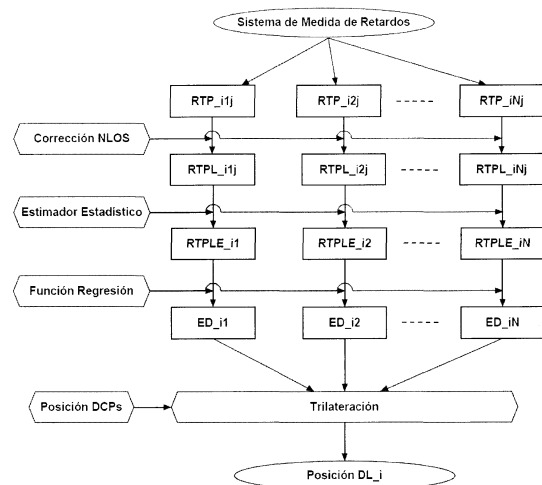
⑦ Agente: **No consta**

⑤ Título: **Procedimiento para la determinación de la posición de un dispositivo móvil a partir del retardo temporal de propagación de las señales en una red inalámbrica mitigando la falta de visión directa entre dispositivos y sin necesidad de calibración *in situ*.**

⑤ Resumen:

Procedimiento para la determinación de la posición de un dispositivo móvil a partir del retardo temporal de propagación de las señales en una red inalámbrica mitigando la falta de visión directa entre dispositivos y sin necesidad de calibración *in situ*.

Con el objetivo de salvar las deficiencias de los sistemas de localización GNSS en entornos de interior y aprovechando el gran despliegue de las redes inalámbricas, se propone un procedimiento para la determinación de la posición de un dispositivo móvil, en dos o tres dimensiones, perteneciente a una red inalámbrica, haciendo uso del retardo temporal de propagación medido en ese instante y del conocimiento de las posiciones de ciertos elementos de la red (balizas). Entre sus principales características, destaca la mitigación estadística del error debido al efecto de la falta de visión directa entre dispositivos y la aplicación de una función de regresión creciente para estimar la distancia entre ellos a partir del retardo de propagación, la cual es independiente del entorno donde se aplique e independiza al sistema del tiempo de procesamiento de la señal en el dispositivo.



DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la determinación de la posición de un dispositivo móvil a partir del retardo temporal de propagación de las señales en una red inalámbrica mitigando la falta de visión directa entre dispositivos y sin necesidad de calibración *in situ*.

Sector de la técnica

La invención se engloba dentro del sector de las radiocomunicaciones y más específicamente dentro del sector de la radio navegación, es decir, dentro de las tecnologías de localización que hacen uso de mediciones tomadas sobre las señales radioeléctricas que se transmiten en una red inalámbrica.

Estado de la técnica

Actualmente existen numerosos sistemas de localización, algunos de los cuales como los sistemas GNSS (*Global Navigation Satellite System*) basados en satélites tienen una gran precisión y automatismo, y aún cuando su funcionamiento es complicado, su manejo es sencillo, habiendo desplazado a otros sistemas de radionavegación como LORAN, DECCA, OMEGA, etc. Pocos reparos se pueden poner los sistemas GNSS, salvo que el mismo está basado en satélites, y las señales provenientes de estos últimos llegan muy debilitadas a la superficie terrestre, por lo que se hace necesario que los receptores GNSS tengan visión directa con varios satélites. Estas condiciones de propagación se pueden conseguir únicamente en lugares abiertos (entornos de exteriores), obteniendo una elevada precisión en la localización del dispositivo móvil. Sin embargo, en entornos de interior o zonas urbanas densas, donde una línea de visión directa entre dispositivo móvil y satélite no está garantizada, o la señal de los satélites no llega al receptor, la precisión que pueden obtener los sistemas GNSS se ve ampliamente mermada, llegando incluso a inutilizar tales sistemas en dichos entornos.

Para solventar las deficiencias de los sistemas de localización GNSS se han desarrollado otras técnicas similares que hacen uso de las redes inalámbricas convencionales desplegadas en entornos urbanos o de interior. Estas técnicas de localización utilizan ciertos parámetros de las señales radioeléctricas, base del funcionamiento de la red inalámbrica en cuestión. Así por ejemplo, para localizar a un dispositivo móvil se puede utilizar el nivel de potencia recibido, el retardo temporal de propagación (EP0800319, E93108932) o el ángulo de llegada (E91810392) de dichas señales. Todas ellas intentan, en la medida de lo posible, mitigar la principal fuente de error con la que nos encontramos a la hora de desarrollar técnicas de localización en entornos de interior derivada de la falta de visión directa entre dispositivos y del multicamino.

Hasta la fecha, se han desarrollado varios métodos de localización en redes inalámbricas haciendo uso de valores del retardo temporal. Por un lado se encuentran los métodos que necesitan que los dispositivos involucrados en el proceso de localización tengan sus relojes sincronizados para poder medir el retardo temporal de propagación de las señales y así estimar la distancia entre los pares de dispositivos. Otros métodos están basados en una realización previa de una campaña de mediciones mediante la cual se obtiene una base de datos que relaciona retardos temporales de propagación con posiciones, para más tarde realizar el proceso de localización comparando los retardos obtenidos en cada instante, con los valores almacenados en dicha base de datos. A diferencia de estos métodos, la invención que proponemos resuelve el problema técnico de corregir el efecto de la falta de visión directa entre los dispositivos de una red inalámbrica para obtener su localización utilizando únicamente los valores del retardo temporal de propagación en cada instante de tiempo entre los dispositivos a localizar y los nodos baliza, cuya posición asumiremos conocida; sin necesidad de sincronización en el tiempo y sin más requerimiento que la calibración de los dispositivos *hardware* (HW) a usar, ya que el comportamiento de dispositivos provenientes de diferentes estándares o fabricantes puede ser diferente.

Descripción general de la invención

En lo que sigue, la invención que proponemos, se refiere a un procedimiento para la determinación de la posición de un dispositivo móvil perteneciente a una red inalámbrica, haciendo uso del retardo temporal de propagación obtenido en cada instante de tiempo, y del conocimiento de las posiciones de ciertos elementos de la red inalámbrica que llamaremos nodos baliza. La invención propuesta resuelve el problema técnico de la falta de visión directa entre dispositivos, problema común en entornos de interior, corrigiéndolo de forma estadística. Además, la invención, para relacionar el retardo temporal de propagación con la distancia entre dispositivos, no necesita de una etapa de calibración del entorno, sino que una vez calibrados los dispositivos HW a usar, resuelve este problema mediante el uso de una función de regresión creciente. De esta manera, se resuelve también el problema técnico de la necesidad de conocer el tiempo de procesamiento de la señal en cada uno de los dispositivos para poder estimar la distancia entre el dispositivo móvil y los nodos baliza.

Descripción detallada de la invención

La presente invención utiliza la medición del retardo temporal de propagación, RTP, para localizar a un dispositivo móvil, de forma similar a como lo hacen en WO5000773D3. Cuando se requiere medir el RTP, en principio, es necesario que los relojes de los dispositivos a localizar y los nodos baliza estén sincronizados, aunque para evitar este problema de sincronización, el retardo de propagación se puede obtener de la misma forma que funcionan los sistemas

ES 2 372 512 A1

de localización radar, mediante la medición temporal precisa del tiempo de vuelo de una señal de ida y vuelta entre un dispositivo origen y un dispositivo destino.

5 Cualquier sistema de medida de tiempos preciso puede ser utilizado para obtener el RTP de una señal radioelétrica, en P0175324 proponen un sistema para medir cortos intervalos de tiempo. Por ejemplo, volviendo al sistema de localización radar, se puede utilizar un contador cuya entrada sea la señal de reloj del dispositivo origen, cuyo disparador de inicio de cuenta sea el instante de salida de la señal a enviar y cuyo disparador de fin de cuenta sea el instante de llegada de la señal de respuesta proveniente del dispositivo destino. A su vez, en las redes donde los dispositivos de red no estén sincronizados, caso muy común en redes inalámbricas, cualquier protocolo de comunicación entre
10 dispositivos que genere una señal de respuesta inmediata ante una señal de petición, simulando el funcionamiento del radar, y que garantice un tiempo de procesamiento constante en el nodo destino, puede ser utilizado para obtener el RTP. En lo que sigue, por dispositivo origen se entiende aquél que envía la señal de estímulo y por dispositivo destino aquél que envía la respuesta al estímulo, del mismo modo que funciona el sistema de localización radar.

15 La principal fuente de error en un sistema de localización basado en el retardo temporal de propagación, radica en la falta de visión directa (NLOS, *Non Line-Of-Sight*) entre emisor y receptor, muy común en entornos urbanos y de interior. Uno de los problemas técnicos que resuelve la invención que proponemos, es el de poder estimar distancias con alta precisión mediante mediciones del retardo de propagación incluso en entornos de propagación con NLOS. El NLOS, por su naturaleza, introducirá siempre un sesgo positivo en el retardo de propagación de una señal. Por lo tanto, el perfil RTP puede estar alterado por señales que no hayan seguido el camino directo entre origen y destino, bien porque este esté obstruido, bien porque no exista o bien, directamente, porque el propio dispositivo de red no haya
20 seleccionado la señal que proviene del camino de visión directa (LOS, *Line-Of-Sight*). En la invención proponemos el uso de una técnica de corrección del RTP que corrige el efecto de las señales que no hayan seguido el camino directo entre origen y destino. De esta forma el RTP corregido (RTPL) sería similar al que se obtendría si una línea de visión directa entre origen y destino hubiera existido en el momento de obtener el RTP.

En un escenario LOS, a partir de múltiples medidas entre el dispositivo origen y cada dispositivo destino en cada instante, y utilizando un estimador estadístico del perfil de retardos observado, se obtiene una estimación del RTPL (RTPLE) entre el origen y cada destino. Como ejemplos de estimador estadístico del perfil de retardos observado entre
30 origen y destino pueden utilizarse la media muestral, la mediana, la moda, el parámetro de escala de la distribución Weibull, etc.

Tras la obtención del RTPLE, para obtener una estimación de la distancia entre origen y destino (ED) se utiliza una función de regresión creciente que relaciona el RTPLE entre origen y destino en un escenario de LOS y la distancia real entre ambos. De esta forma se resuelve el problema técnico relacionado con la necesidad de conocer el tiempo que el dispositivo destino está procesando la señal antes de devolverla al origen, siempre que este tiempo sea constante. Los parámetros de la función de regresión dependen de los dispositivos a usar en la red y del sistema de medida que
40 cuantifica el RTPL, no del entorno particular de propagación. Por lo tanto, en una etapa previa se requiere de una calibración de los dispositivos HW en LOS para obtener estos parámetros, sin que sea necesario que esa calibración tenga lugar en el mismo escenario en el que más tarde se desee localizar.

Utilizando cada ED entre el dispositivo origen a localizar y los dispositivos destino o nodos baliza, cuyas posiciones asumiremos conocidas, se puede determinar la posición del dispositivo a localizar mediante trilateración.

45 Para resolver el problema técnico derivado del efecto del NLOS se puede utilizar el método que describiremos a continuación, tanto sobre el perfil RTP, como sobre un conjunto de estimadores obtenidos de diferentes perfiles RTP en una ventana temporal o sobre cada ED, tras haber aplicado la función de regresión creciente a cada uno de estos estimadores. Sin embargo, en lo que sigue describiremos el método de corrección del NLOS sobre las mediciones del RTP; siendo el método propuesto totalmente análogo en el caso de utilizarse sobre cualquiera de los otros estimadores.
50 En cualquier caso, para realizar tal proceso de corrección del efecto NLOS, es necesario, únicamente, conocer la distribución estadística del error, siempre positivo, que causa la propagación NLOS.

A continuación, describimos en detalle la invención propuesta con la ayuda del diagrama de la figura 1. En la citada red inalámbrica existirán N nodos baliza cuya posición asumimos conocida, y a los que llamaremos $DPC_1, DPC_2, \dots, DPC_N$. Igualmente existirán M dispositivos móviles a localizar, que llamaremos DL_1, DL_2, \dots, DL_M . En el diagrama de la figura 1 se ha esquematizado el procedimiento seguido por la invención para determinar la posición de un dispositivo móvil DL_i según la invención propuesta.

En el diagrama de la figura 2 hemos esquematizado el procedimiento seguido para determinar los parámetros de la función de regresión creciente y los parámetros usados en la etapa de corrección estadística del error provocado por el NLOS. Estos parámetros serán válidos para cualquier entorno siempre y cuando se sigan usando los mismos dispositivos HW. En la presente invención, para poder localizar a un dispositivo móvil DL_i , es necesario que existan en rango de cobertura al menos tres dispositivos $DPCs$, en caso de localizar en dos dimensiones (2D) o cuatro $DPCs$ en caso de localizar en tres dimensiones (3D).
65

Asumiendo que el dispositivo móvil a localizar, DL_i , tiene en rango de cobertura N nodos baliza, se hace uso de un sistema encargado de medir el RTP de la señal radioeléctrica desde el DL_i a cada uno de los N nodos baliza, obteniendo un perfil de retardos determinado para cada par DL_i, DPC_s , con $s=1, 2, \dots, N$. De tal forma que el sistema

ES 2 372 512 A1

de medida puede estar en el propio dispositivo móvil a localizar o en el nodo baliza. Por la naturaleza del entorno en el que se aplique esta invención, los valores del RTP, presentarán un sesgo positivo debido al NLOS entre el DL_i y cada nodo baliza. Este error será corregido mediante un procedimiento que explicaremos más adelante, consiguiendo un nuevo RTP, el RTPL, que se obtendría si una línea de visión directa entre el DL_i y el nodo baliza hubiese existido.

5 A partir del RTPL, se define un estimador estadístico del RTP, obteniendo un estimador en unidades temporales desde el DL_i a cada nodo baliza. Utilizando este estimador y una función de regresión creciente que relaciona el RTP y la distancia real entre dispositivos, se obtiene la distancia estimada entre el dispositivo móvil y el nodo baliza, lo cual será descrito más adelante.

10 Finalmente, utilizando estimaciones precisas de las distancias existentes entre el dispositivo a localizar, DLJ, y la posición conocida de cada uno de los dispositivos baliza, $DPC_1, DPC_2, \dots, DPC_N$, se determina la posición del dispositivo DL_i mediante trilateración.

Descripción del proceso de corrección del NLOS presente en las medidas del retardo temporal de propagación

15 En la presente invención, hemos considerado la presencia de NLOS en el RTP, como el problema técnico a resolver para conseguir una buena estimación de la posición del dispositivo móvil. Como es bien sabido, las medidas provenientes de NLOS difieren mucho, siempre con sesgo positivo, de las medidas provenientes de LOS. Por este motivo proponemos una técnica de corrección del efecto del NLOS en las medidas como paso previo a la técnica de trilateración.

20 Cada una de las medidas del RTP que provengan de NLOS, es tan aleatoria que por sí sola no aporta información que pueda ser usada. Sin embargo, un conjunto de medidas RTP lo suficientemente grande puede reflejar el comportamiento usual del error provocado por el NLOS en un entorno determinado. Por este motivo, este procedimiento requiere del conocimiento del comportamiento estadístico del NLOS del entorno en el que se pretende localizar.

Una vez conocida la forma en la que se comporta estadísticamente el NLOS, el procedimiento de corrección del NLOS propuesto en esta invención se puede aplicar de forma dinámica a las medidas del RTP que se vayan obteniendo.

30 La forma en la que se corrigen las medidas se realiza a través de un test de hipótesis en base a la desviación (S) presente en el conjunto de medidas a corregir. Si el valor de S en las medidas es menor que un umbral determinado, C, se considera que el conjunto de medidas provienen de un escenario LOS, mientras que si S es superior a C, se considera que el conjunto de medidas está afectado por NLOS. C es fijado *a priori* en función del nivel de significación que se desee usar. No sólo es interesante conocer si existen medidas NLOS sino también en qué proporción están estas con respecto a las medidas LOS. Para ello se puede deducir la proporción de NLOS, R, presente en el conjunto de medidas a partir de S y los parámetros que caracterizan estadísticamente al error NLOS en el entorno, y el error proveniente del propio sistema de medida.

35 A partir de la cantidad de medidas que provienen de NLOS, se puede optar por eliminar las medidas NLOS y quedarse con el resto para localizar, si R no es muy grande, o corregir las medidas NLOS en el caso de que R sea grande. Una vez que se sabe cuántas mediciones NLOS hay, éstas han de ser las mayores de entre las mediciones que tenemos, ya que los errores causados por la falta de visión directa son mayores que los causados por el sistema de medida. Una vez diferenciadas las medidas NLOS de las LOS, la forma en la que se pueden corregir las medidas NLOS es en base a la forma en la que se distribuye el error NLOS en ese entorno. Por ejemplo, una vez conocida la distribución del error NLOS, se pueden separar las medidas NLOS en segmentos equiprobables en base a su valor, posteriormente se le restarán, a las medidas que caigan en cada segmento, el error esperado en el mismo.

Descripción del proceso de obtención de la distancia estimada a partir de las medidas de retardos de propagación

50 Una vez hemos corregido el error en las medidas RTP proveniente de la presencia de NLOS, podemos asumir que el conjunto de medidas resultante son muy similares a las que se obtendrían en el caso de que hubiera existido LOS. Partiendo de este resultado, en la invención, para obtener una estimación de la distancia real entre dos dispositivos, proponemos usar una función de regresión creciente cuyos parámetros fueron obtenidos previamente en un escenario LOS. Conocidos los parámetros que definen dicha función de regresión creciente, estos parámetros sólo dependen del sistema de medida utilizado y de los dispositivos de red a usar. Una vez fijados los parámetros, no es necesario conocer el tiempo de procesamiento en el dispositivo destino, siempre que este sea constante. Por lo tanto, basta con calibrar los parámetros de la función de regresión en un entorno LOS y aplicarlos a cualquier otro entorno, una vez hayan sido corregidos los errores NLOS, para obtener una buena estimación de la posición.

Descripción detallada de un modo de funcionamiento de la invención: Red inalámbrica IEEE 802.11

65 En este apartado detallamos el funcionamiento de la invención propuesta para un caso particular de localización en 2D utilizando la infraestructura de una red inalámbrica basada en el estándar IEEE 802.11.

En una red 802.11 los puntos de acceso jugarán el papel de nodos baliza. Estos nodos, encargados de enrutar el tráfico dentro de la red, están en posiciones que asumimos conocidas de antemano. Como dispositivo móvil a localizar se usa un portátil con un adaptador inalámbrico IEEE 802.11 capaz de comunicarse con los nodos baliza. Puesto

ES 2 372 512 A1

que las redes 802.11 no tienen los relojes de sus dispositivos sincronizados, para medir el RTP entre el portátil y los nodos baliza usaremos una técnica semejante al radar. Para ello, al adaptador inalámbrico se le añade un contador cuya entrada es el reloj que gobierna la capa de enlace del mismo, por lo tanto el RTP se cuantificará en ciclos de reloj. Como disparador de inicio de la cuenta se usa el último bit de la señal de salida que envía el adaptador y como disparador de fin de cuenta se usa el primer bit de la señal de llegada proveniente del nodo baliza. El protocolo de comunicación elegido es el mecanismo de control de acceso a un medio compartido que usa la red inalámbrica 802.11, RTS/CTS, y que será utilizado para simular un sistema radar. La trama RTS de petición de uso del medio compartido lleva asociada una trama CTS de respuesta inmediata por parte del dispositivo destino. Por tratarse de tramas de máxima prioridad, garantizan un tiempo de procesamiento mínimo y por lo tanto constante en el nodo destino. De esta forma se puede medir el RTP existente entre el dispositivo móvil y cada nodo baliza. De forma similar a como hacen en US6985465, el dispositivo móvil, que porta el sistema de medida, selecciona de forma automática, en base al nivel de potencia recibido, el nodo baliza al que enviar las tramas RTS, así con al menos tres balizas.

Al conjunto de RTPs obtenido entre el dispositivo móvil y cada nodo baliza, se le corrige el error producido por el NLOS. Para ello, conociendo que el error NLOS en el escenario al que pertenece la red 802.11 se distribuye de forma exponencial, se obtienen los parámetros que definen esta distribución y se usan para agrupar los RTPs en segmentos equiprobables de tal forma que a cada RTP se le resta el error esperado en el segmento al que pertenezca, eliminando así el efecto del NLOS. Al conjunto de medidas RTP corregidas se aplica como estimador estadístico el parámetro de escala de la distribución Weibull para así obtener un RTPLE para cada pareja portátil y nodo baliza.

Se supone por lo tanto que el resultado obtenido de la corrección del NLOS, es un estimador temporal del retardo de propagación similar al que existiría en un escenario LOS, que llamamos RTPLE. Para obtener una estimación de la distancia entre ambos dispositivos, se usa la recta de regresión que relaciona los ciclos de reloj obtenidos con el sistema de medida y la distancia real. Esta recta se obtuvo en una etapa previa en un escenario LOS. Los parámetros de la recta pueden ser usados para cualquier otro entorno, sin necesidad de volver a realizar una etapa de calibración, siempre que se usen los mismos dispositivos HW en la medida.

Una vez se tiene la distancia estimada entre el dispositivo móvil y cada uno de los nodos baliza en rango de cobertura, se trilatera para obtener la posición del móvil.

Breve descripción de los dibujos

En el diagrama de la figura 1 hemos esquematizado el procedimiento seguido por la invención para determinar la posición de un dispositivo móvil DL_i según la invención propuesta:

- *Sistema de Medida de Retardos*: hace referencia al sistema utilizado para medir de forma precisa el RTP de una señal radioeléctrica entre origen y destino.
- $RTP_{i1j}, RTP_{i2j}, \dots, RTP_{iNj}$: hace referencia al RTP j , desde el dispositivo móvil i , a los diferentes nodos baliza en rango de cobertura $1, 2, \dots, N$, cuya posición asumimos conocida.
- $RTPL_{i1j}, RTPL_{i2j}, \dots, RTPL_{iNj}$: hace referencia al RTP j una vez ha sido corregido el efecto del NLOS, desde el dispositivo móvil i , a los diferentes nodos baliza en rango de cobertura $1, 2, \dots, N$, cuya posición asumimos conocida.
- $RTPLE_{i1}, RTPLE_{i2}, \dots, RTPLE_{iN}$: hace referencia al estimador estadístico del perfil de retardos observado y corregido, RTPLs, desde el dispositivo móvil i , a los diferentes nodos baliza en rango de cobertura $1, 2, \dots, N$, cuya posición asumimos conocida.
- $ED_{i1}, ED_{i2}, \dots, ED_{iN}$: hace referencia a la distancia estimada entre el dispositivo móvil i , y los diferentes nodos baliza en rango de cobertura $1, 2, \dots, N$, cuya posición asumimos conocida.
- *Estimador Estadístico*: hace referencia al estimador estadístico utilizado del perfil RTP observado.
- *Corrección NLOS*: hace referencia a la mitigación del error introducido por la presencia de NLOS entre origen y destino.
- *Función de Regresión Creciente*: hace referencia a la función de regresión creciente que relaciona el RTP entre origen y destino en un escenario LOS y la distancia real entre ambos.
- *Trilateración*: hace referencia al proceso mediante el cual se determina la posición del dispositivo móvil resolviendo las ecuaciones lineales, conducentes a la solución, dadas por los ejes radicales.

En el diagrama de la figura 2 hemos esquematizado el procedimiento seguido para determinar los parámetros de la función de regresión creciente y los parámetros usados en la etapa de corrección estadística del error provocado por el NLOS. Estos parámetros serán válidos para cualquier entorno siempre y cuando se sigan usando los mismos dispositivos HW:

ES 2 372 512 A1

- *Calibración HW*: hace referencia a la etapa previa de calibración necesaria para determinar la distribución del NLOS y para determinar los parámetros de la función de regresión creciente que relaciona el RTP entre origen y destino en un escenario LOS y la distancia real entre ambos.
- *Parámetros Corrección NLOS*: hace referencia a la obtención de los parámetros que determinan el comportamiento estadístico del NLOS.
- *Parámetros Función de Regresión Creciente*: hace referencia a la obtención de los parámetros que caracterizan la función de regresión creciente.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de localización de nodos o dispositivos en redes inalámbricas a partir del retardo temporal de propagación de las señales intercambiadas entre el nodo a localizar y el resto de nodos de la red que comprende las siguientes etapas:
- 10 a. Corrección, sobre los valores del retardo temporal de propagación, de los errores causados por la falta de visión directa en la comunicación entre pares de nodos inalámbricos utilizando el comportamiento estadístico de dichos errores.
- 15 b. Utilización de un estimador estadístico para obtener un valor representativo del retardo temporal de propagación que caracteriza la distancia entre el par de nodos.
- 20 c. Estimación de la distancia entre pares de nodos inalámbricos a partir del retardo temporal de propagación utilizando una función de regresión creciente que relaciona retardo temporal con distancia.
- 25 d. Estimación de la posición del nodo inalámbrico a localizar utilizando las estimaciones de distancia previas y las posiciones conocidas de los nodos baliza a través del proceso de trilateración que linealiza el sistema de ecuaciones conducentes a la solución, mediante el uso de los ejes radicales de las parejas de circunferencias (en el caso de localizar en 2D) o esferas (en el caso de localizar en 3D).
3. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por la corrección u omisión de los retardos temporales de propagación obtenidos en base a la comparación entre su desviación estadística y un determinado umbral cuyo valor es fijado *a priori* en función del nivel de significación que se desee usar.
- 30 3. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por la obtención de la proporción, e identificación, de los retardos temporales de propagación que provienen de la falta de visión directa entre pares de nodos frente a los que no, a partir de la desviación de los retardos y de los parámetros que caracterizan el error provocado por la falta de visión directa.
- 35 4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado** por la corrección de los retardos temporales de propagación que provienen de la falta de visión directa entre pares de nodos en base a la distribución del error provocado por la falta de visión directa. Para ello, los retardos se agrupan según la distribución del error en segmentos equiprobables en base a su valor, y se les resta el valor esperado en cada segmento.
- 40 5. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por la estimación de los parámetros que caracterizan la función de regresión creciente que relaciona el retardo temporal de propagación y la distancia entre un par de nodos en un entorno donde ambos nodos están en línea de visión directa.
- 45 6. Un programa implementado sobre cualquier dispositivo físico adaptado para ejecutar el método de cualquier reivindicación anterior.
- 50
- 55
- 60
- 65

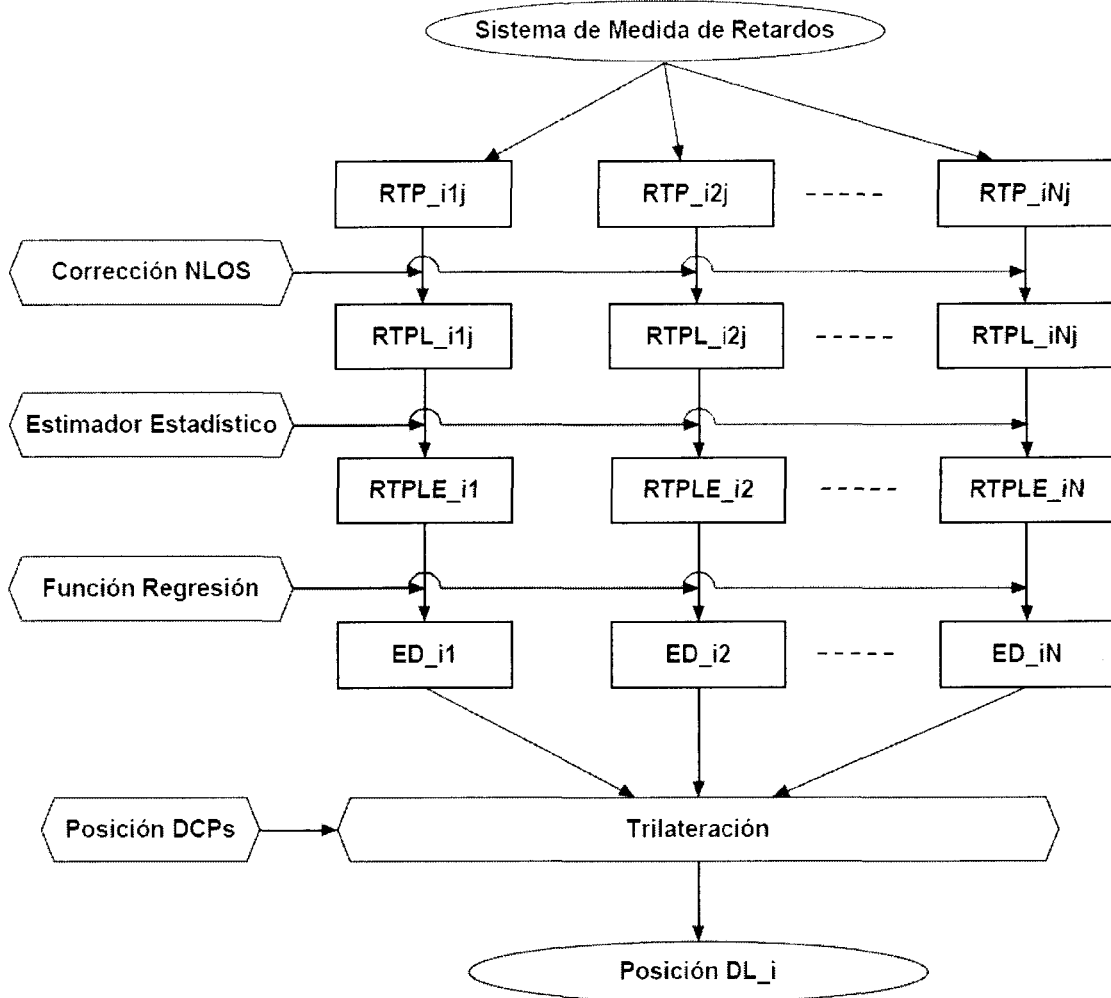


Figura 1

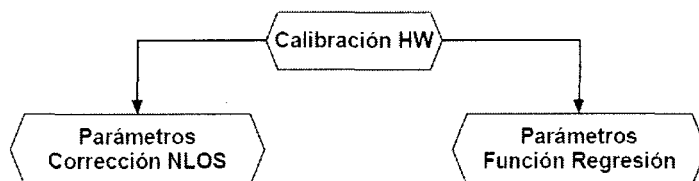


Figura 2



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②¹ N.º solicitud: 200803212

②² Fecha de presentación de la solicitud: 05.11.2008

③² Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤¹ Int. Cl.: **H04W64/00** (2009.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	"The non-line of sight problem in mobile location estimation" WYLIE, M.P.; HOLTZMAN, J.; 5th IEEE International Conference on Universal Personal Communications, 1996. 02.10.1996; Vol. 2, Págs. 827-831; ISBN: 0-7803-3300-4; doi: 10.1109/ICUPC.1996.562692.	1-6

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
15.12.2011

Examinador
M. Muñoz Sanchez

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H04W

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, IEEE

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 15.12.2011

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-6	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-6	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	"The non-line of sight problem in mobile location estimation" WYLIE, M.P.; HOLTZMAN, J.; 5th IEEE International Conference on Universal Personal Communications, 1996. 02.10.1996; Vol. 2, Págs. 827-831; ISBN: 0-7803-3300-4; doi: 10.1109/ICUPC.1996.562692	02.10.1996

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

Se considera D01 el documento más próximo del estado de la técnica al objeto de la solicitud.

Reivindicaciones independientes

Reivindicación 1: El documento D01 divulga un método para determinar la posición de un nodo de una red inalámbrica a localizar y otros nodos de la red. El método detecta cuando se da entre dos nodos de la red una condición de propagación libre o línea de visión (LOS, line of sight) y cuando existen obstáculos, no línea de visión (NLOS, non line of sight) en base a la distribución estadística de las medidas de los retardos temporales de las señales que se intercambian entre el nodo a localizar y otros nodos de la red (estaciones base). Cuando existe una condición NLOS se corrigen los valores obtenidos y se obtiene un valor representativo del retardo temporal. A continuación se utiliza una función de regresión para estimar la distancia entre el nodo a localizar y otro nodo de la red. Este procedimiento se hace para otros pares de nodos que contengan el nodo a localizar y finalmente combinando sus resultados individuales se determina su posición. Una alternativa habitual, y, por tanto, evidente para el experto en la materia, de combinar las distancias calculadas es la trilateración. Por tanto, el documento D01 afecta a la novedad de la reivindicación 1 según el artículo 6.1 de la Ley de Patentes.

Reivindicación 6: El programa reivindicado ejecutaría exactamente el método reivindicado y, por tanto, el documento D01 afecta a la novedad de la reivindicación 6 según el artículo 6.1 de la Ley de Patentes.

Reivindicaciones dependientes

Reivindicaciones 2-5: el contenido de estas reivindicaciones detalla el método de la reivindicación 1 si bien no añade otros elementos que no se hayan comentado ya en relación con el documento D01 y así éste afecta a la novedad de las reivindicaciones 2-5 según el artículo 6.1 de la Ley de Patentes.