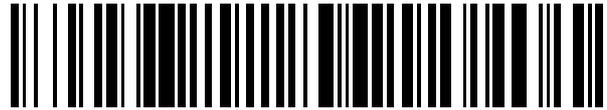


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 401 796**

51 Int. Cl.:

H04B 1/707 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.01.2005 E 05706851 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2012 EP 1704652**

54 Título: **Método y aparato para el cálculo de un perfil de retardo de potencia no polarizada**

30 Prioridad:

12.01.2004 US 755760
12.01.2004 US 755803

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.04.2013

73 Titular/es:

TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)
(100.0%)
164 83 Stockholm , SE

72 Inventor/es:

REIAL, ANDRES

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 401 796 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método y aparato para el cálculo de un perfil de retardo de potencia no polarizada.

5 ANTECEDENTES**Campo Técnico**

La invención se refiere a los sistemas de comunicaciones inalámbricas en los cuales deben estimarse retardos de componentes de multirruta individuales de un canal de desvanecimiento variable con el tiempo. Los sistemas de comunicaciones inalámbricas digitales pueden incluir, por ejemplo, sistemas que utilizan receptores RAKE de Acceso Múltiple por División de Código (CDMA – Code Division Multiple Access, en inglés). La invención se refiere en particular a mejorar la robustez de la detección de nuevos componentes de multirruta en un canal de propagación por radio, así como a hacer un seguimiento de las rutas conocidas, mediante una indicación fiable de una posición adecuada para una ventana del buscador de ruta.

15 Historia de la Técnica Relacionada
En las comunicaciones inalámbricas, se forma un canal físico entre un transmisor y un receptor mediante un enlace de radio. En la mayoría de los casos, ninguna antena del transmisor está enfocada directamente hacia el receptor. Además de una posible ruta directa, a menudo existen muchas otras rutas de propagación entre el transmisor y el receptor. Las otras rutas de propagación típicamente resultan de reflexiones de objetos cercanos al transmisor o al receptor. Rayos con similares distancias de propagación se combinan en el receptor, dependiendo de una relación de fase instantánea, y forman un componente de multirruta independiente. El efecto de una combinación de los rayos depende de la relación de fase instantánea de la longitud de onda de un portador y también de las diferencias de distancia entre los rayos. En el caso de interferencia destructiva, la combinación de los rayos lleva a una significativa disminución en la magnitud de la ganancia de la ruta (es decir, desvanecimiento).

20 El rendimiento de un receptor de CDMA mejora si se utiliza la energía de la señal transportada por muchos componentes de la multirruta. Una mejora deseada en el rendimiento del receptor de CDMA puede ser alcanzada por medio de un receptor RAKE. En el receptor RAKE, a cada uno de una pluralidad de componentes de la multirruta se le asigna un concentrador (es decir, dedo RAKE). A cada uno de la pluralidad de concentradores se le asigna una copia de referencia de un código de dispersión. Cada una de las copias de referencia del código de dispersión es retardada en el tiempo en una cantidad igual a un retardo de ruta de un correspondiente componente de la multirruta. Las salidas de los respectivos concentradores son entonces combinadas coherentemente por medio de un combinador RAKE para producir una estimación de símbolo.

35 El receptor RAKE preferiblemente utiliza el conocimiento de los retardos de la multirruta y los valores del impulso del canal para todas las rutas detectadas. Para lograr una mejor relación posible de señal a ruido en una salida del combinador RAKE, debería recogerse la energía de la señal del mayor número de rutas posible. Además, hacer un seguimiento de tantas rutas físicas diferentes como sea posible (es decir, diversidad utilizada máxima) mejora significativamente la robustez de la recepción de la señal, puesto que la probabilidad de un desvanecimiento profundo simultáneo de todas las rutas se reduce. Un desvanecimiento profundo simultáneo de todas las rutas es un fenómeno que típicamente provoca una seria degradación de la tasa de error de bloque (BLER – Block Error Rate, en inglés).

40 Una estructura del canal de propagación (es decir, retardos absolutos y relativos de los componentes individuales de la multirruta) típicamente no permanece constante a lo largo del tiempo. Debido al movimiento relativo del transmisor, el receptor, y los objetos cercanos, a los retardos en las rutas existentes, las rutas antiguas pueden desaparecer y pueden aparecer nuevas rutas. Además, un desfase de frecuencia entre respectivos circuitos del transmisor y del receptor provoca un desfase del reloj. El desfase del reloj generalmente se manifiesta como un movimiento gradual en el eje de tiempos de todo el perfil del retardo. Para asegurar una adecuada operación del receptor RAKE, los retardos cambiantes de todos los componentes de la multirruta conocidos deben ser seguidos y nuevas rutas deben ser descubiertas rápidamente después de que las nuevas rutas aparecen.

50 Debido a la estructura del canal físico, en la mayoría de los casos las posiciones relativas de los objetos cercanos cambian. Así, las longitudes de ruta de las nuevas rutas normalmente no difieren significativamente de las longitudes de ruta de las rutas existentes. La macroestructura del canal (por ejemplo, montañas o grupos de edificios que provocan reflexiones de la señal) cambia con relativa poca frecuencia. Por lo tanto, muy a menudo, los retardos de las nuevas rutas son relativamente similares a los de las rutas existentes, conocidas.

60 La Solicitud de Patente Europea EP-A-1 065 801 describe un buscador de ruta adaptativo en un receptor de CDMA. La verdadera ruta de un canal de transmisión es seleccionada comparando la energía del perfil con un umbral, el cual se determina dinámicamente en función de la media de las rutas del ruido y de las interferencias inferidas a partir de la estimación del canal de transmisión.

La Solicitud de Patente Europea EP-A-1 276 248 describe un método de realizar un seguimiento del retardo de la ventana de búsqueda en un receptor de CDMA. Una respuesta del impulso del canal es estimada para una señal recibida que contiene varias rutas, teniendo cada una un retardo de ruta correspondiente. Una ventana de búsqueda define un perfil de retardo que contiene las diferentes rutas de la señal recibida. Se calcula una media o retardo medio para la respuesta del impulso del canal (CIR – Channel Impulse Response, en inglés) estimada, y se determina un error entre el retardo de CIR medio y una posición de retardo de objetivo deseada de la ventana de búsqueda de CIR. Se realiza un ajuste para reducir ese error con el fin de alinear la posición de objetivo de la ventana de búsqueda y el retardo de CIR medio. Se estima una frecuencia de Doppler para cada ruta. El ajuste se realiza teniendo en cuenta un efecto de Doppler causado por el movimiento relativo entre el transmisor y el receptor.

La FIGURA 1 es un diagrama de bloques de un receptor RAKE típico. Un receptor RAKE 100 incluye un bloque estimador del retardo 102, un bloque estimador del canal 104 y un bloque concentrador/combinador de RAKE 106. Los datos recibidos son proporcionados al bloque estimador del retardo 102. El bloque estimador del retardo 102 evalúa una respuesta de impulso de un canal sobre un intervalo de posibles retardos del canal. Un perfil de retardo resultante, que puede ser un perfil de retardo complejo o un perfil de retardo de potencia, puede entonces someterse a una detección de pico y a ubicaciones de pico detectadas reportadas al bloque concentrador/combinador de RAKE 106 como estimaciones del retardo para los componentes de la multirruta. Las estimaciones son utilizadas también por el bloque estimador de canal 104 para estimar coeficientes de canal complejos correspondientes concentrando una secuencia de control y posiblemente filtrando los resultados en el tiempo para reducir los efectos del ruido y de las interferencias. Los parámetros del canal son estimados en colaboración entre el bloque estimador del retardo 102, el cual determina un alineamiento temporal de una porción del concentrador del bloque concentrador/combinador 106 RAKE, y el bloque estimador de canal 104, el cual estima los coeficientes complejos para ser utilizados por una porción del combinador del bloque concentrador/combinador 106. Se realiza también una estimación de la potencia de ruido más interferencias.

Un planteamiento simple para la estimación del retardo implica evaluar una respuesta de impulso de un canal sobre todo un intervalo de retardos posibles (es decir, máxima dispersión de retardo asumida) del canal. Un perfil de retardo complejo resultante o perfil de retardo de potencia puede entonces ser sometido a detección de pico y las ubicaciones de picos detectadas pueden ser reportadas por el bloque estimador del retardo 102 al bloque estimador de canal 104 y al bloque concentrador/combinador 106 RAKE como estimaciones del retardo. No obstante, los gastos de procesamiento y el consumo de energía de una ejecución frecuente de una rutina de búsqueda de ruta completa son habitualmente prohibitivos. Por lo tanto, las implementaciones típicas utilizan buscadores de ruta con ventanas de observación más cortas que el área de búsqueda completa (es decir, una dispersión del retardo asumida máxima). Además, para cualquier estimación del retardo práctica, se lleva a cabo periódicamente una búsqueda de ruta para barrer de nuevo el intervalo del retardo con el propósito de detectar nuevas rutas.

Un algoritmo de estimación del retardo empleado por el bloque estimador del retardo 102 extrae las posiciones de la ruta y encuentra los retardos de potencia con suficiente precisión una vez que las posiciones de la ruta han sido descubiertas por el buscador de ruta. Una ventana del buscador de ruta está situada de manera que se incluyan nuevas rutas dentro de la ventana del buscador de ruta. Puesto que se conoce con la suficiente probabilidad que las nuevas rutas aparecerán en la proximidad, en términos de retardos respectivos, de las rutas actualmente conocidas, la ventana del buscador de ruta se sitúa normalmente para cubrir las rutas actualmente conocidas.

Una estimación $g(\tau_i)$ de un perfil de retardo de potencia actual para los retardos τ_i ($i \in [1, M]$) típicamente incluye un conjunto de rutas detectadas recientemente o rastreadas actualmente, en cuyo caso los retardos τ_i son normalmente no contiguos. $g(\tau_i)$ puede representar también una región contigua $\tau_i = \tau_0 + i\Delta\tau$ sobre la cual se lleva a cabo la búsqueda de la ruta. Otras maneras de representar el perfil del retardo de potencia son también posibles.

Es necesario determinar una posición de inicio I adecuada para una ventana del buscador de ruta de longitud N_w . Un método típicamente utilizado para determinar una posición de inicio adecuada para la ventana del buscador de ruta para la activación de un buscador de ruta siguiente se basa en calcular un centro de gravedad (es decir, retardo en exceso medio) de la estimación del perfil del retardo de potencia actualmente conocida. Una estimación de la posición del centro de gravedad C se calcula como sigue:

$$C = \frac{\sum_i \tau_i g(\tau_i)}{\sum_i g(\tau_i)} \quad (1)$$

Dada C , la ventana del buscador de ruta se sitúa de manera que la mayoría de la potencia del canal esté cubierta por la ventana. Debido a la pérdida de espacio, una forma típica del perfil del retardo de potencia muestra una caída exponencial, de manera que la energía se concentre hacia el inicio de la región de interés. Para una cobertura

razonable, la ventana puede situarse, por ejemplo, 1/3 por delante de y 2/3 por detrás del valor de C (es decir, $I = C - \frac{N_w}{3}$).

5 En el caso de un perfil de retardo verdadero compacto y de una elevada relación de señal a ruido en el receptor, C proporciona una consistente y fiable estimación de la concentración de energía verdadera en el canal. No obstante, cuando la energía del canal está distribuida sobre una amplia dispersión del retardo y cuando la relación de señal a ruido del perfil del retardo de potencia es baja, C no es fiable. El componente de ruido inducido de $g(\tau_i)$ provoca un término de polarización que polariza el resultado de C hacia un retardo no ponderado en potencia medio de todas las entradas del perfil del retardo de potencia. El tamaño del término de polarización depende de lo lejos entre sí que se encuentren el centro de gravedad verdadero y el retardo medio y también depende de la relación de señal a ruido. En muchos casos prácticos, el término de polarización es suficientemente grande para desviar la ventana del buscador de ruta lejos de sus porciones significativas del perfil del retardo de potencia verdadero.

15 Para contrarrestar los efectos de polarización inducidos por el ruido, a $g(\tau_i)$ se le puede establecer un umbral, lo cual elimina una porción de las muestras sólo de ruido y reduce la polarización. No obstante, una eficiente eliminación del ruido asume el uso de un umbral bastante alto, lo que puede también eliminar los componentes del canal, y por lo tanto distorsionarlo, del perfil del retardo de potencia.

20 El efecto del ruido puede verse también reducido mediante sustracción de ruido, donde se estima la potencia media del ruido σ_g^2 en el perfil del retardo de potencia. En lugar de $g(\tau_i)$ se utiliza σ_g^2 en el cálculo del centro de gravedad. En una implementación típica, el cálculo del centro de gravedad se basa en una estimación grosera del perfil del retardo de potencia sobre un intervalo de N_w valores del retardo. Las posiciones de los N_p picos más grandes de ese perfil del retardo de potencia se toman como los valores τ_i del retardo. El ruido de fondo σ_g^2 es estimado promediando los valores más pequeños del perfil del retardo de potencia $N_n = N_w - N_p$. No obstante, este

25 planteamiento subestima enormemente σ_g^2 . Puesto que el ruido de fondo no se elimina completamente, permanece un efecto de polarización residual significativo. Para mejorar la robustez y la precisión del cálculo del centro de gravedad y de la colocación de la ventana del buscador de ruta resultante, se necesita un planteamiento que elimine de manera más adecuada el ruido de fondo de los cálculos del centro de gravedad.

30 Compendio de la Invención

Las realizaciones de la presente invención proporcionan un método de y un aparato para el cálculo de un perfil de retardo de potencia no polarizada. Un método de determinar un perfil de retardo de potencia de ruido corregido incluye determinar un perfil de retardo de potencia y calcular un perfil de retardo de potencia de ruido corregido. La etapa de calcular el perfil de retardo de potencia de ruido corregido incluye utilizar una estimación de la potencia del ruido de fondo polarizada, el perfil de retardo de potencia y un factor de escala de ruido.

35 Un aparato para determinar un perfil de retardo de potencia de ruido corregido incluye un estimador de canal, un concentrador y un estimador de retardo. El estimador de retardo está conectado inter-operativamente al estimador de canal y al concentrador. El estimador del retardo es para determinar un perfil de retardo de potencia y calcular un perfil de retardo de potencia de ruido corregido. La etapa de calcular el perfil del retardo de potencia de ruido corregido incluye utilizar una estimación de la potencia del ruido de fondo polarizada, el perfil del retardo de potencia y un factor de escalado del ruido.

45 Breve descripción de los Dibujos

Puede lograrse una comprensión más completa de las realizaciones de ejemplo de la presente invención por referencia a la siguiente Descripción Detallada de las Realizaciones de Ejemplo de la Invención cuando se toman junto con los Dibujos que se acompañan, en los cuales:

50 La FIGURA 1, previamente descrita, es un diagrama de bloques de un receptor RAKE típico; la FIGURA 2 es un diagrama de flujo que ilustra el cálculo de la estimación de la posición de un centro de gravedad de acuerdo con los principios de la presente invención; y la FIGURA 3 es un gráfico que ilustra valores de ejemplo de un factor de escalado de ruido de acuerdo con los principios de la invención.

55 Descripción detallada de realizaciones a modo de ejemplo de la Invención

Las realizaciones de la invención permiten una estimación de la posición del centro de gravedad no polarizada, para ser calculada dado un conjunto de N_w valores del perfil de retardo de potencia. La estimación de la posición del centro de gravedad se calcula a partir de un subconjunto de los valores del perfil del retardo de potencia. El

subconjunto puede ser, por ejemplo, los N_p picos más grandes. Se elimina un componente del ruido de fondo de los N_p picos antes de que se calcule la estimación de la posición del centro de gravedad. Se calcula una potencia de ruido de fondo promediando un subconjunto de los valores del perfil del retardo de potencia. El subconjunto de los valores del perfil del retardo de potencia puede ser, por ejemplo, los N_p valores más pequeños. Se introduce un factor de escalado de ruido y en la estimación de la posición del centro de gravedad. El factor de escalado del ruido, que convierte la potencia del ruido de fondo polarizada en un valor sin polarización, es calculado basándose en una distribución de probabilidad del componente del ruido en N_w , N_p y N_n . Como resultado, la estimación de la posición del centro de gravedad está sustancialmente no polarizada y la ventana del buscador de ruta está situada con la mejor probabilidad de cobertura de todas las rutas incluidas en el perfil del retardo de potencia. La FIGURA 2 es un diagrama de flujo que ilustra el cálculo de la estimación de la posición del centro de gravedad C de acuerdo con los principios de la presente invención. Un flujo 200 empieza en la etapa 202, en cuya etapa se estima un factor de escalado del ruido γ . El factor de escalado del ruido γ puede ser determinado fuera de línea y ser utilizado por el bloque estimador del retardo 102 en la determinación de la estimación del centro de gravedad C. En la etapa 204, se determina un perfil del retardo de potencia g_m . En la etapa 206, se calcula un perfil del retardo de potencia de ruido corregido utilizando una estimación de la potencia del ruido de fondo σ_g^2 , el factor de escalado del ruido γ y el perfil del retardo de potencia g_m . En la etapa 208, la estimación de la posición del centro de gravedad C se calcula utilizando el perfil del retardo de potencia de ruido corregido:

Un buscador de ruta procesa una ventana de longitud N_w (por ejemplo, microprocesadores) y, en cada n-ésima activación el perfil del retardo de potencia g_m es estimado, con $m \in [m_0, m_0 + N_w - 1]$. Fuera del perfil del retardo de potencia, los N_p picos (específicamente retardos τ_k y potencias h_k para $k = 1 \dots N_p$) son detectados y reportados. Sea $h_k = p_k + n_k$, donde p_k es la potencia de la ruta actual después de la acumulación del perfil del retardo de potencia y n_k es un ruido residual más un componente de interferencia. La estimación de la potencia del ruido de fondo del perfil del retardo de potencia σ_g^2 basándose en las N_n muestras del perfil del retardo de potencia más bajas está también disponible. Tradicionalmente, la estimación de la posición del centro de gravedad C se calcula basándose en los retardos reportados y en las potencias de ruido corregido como se indica en la ecuación (2) que aparece a continuación.

$$\tau^{(n)} = \frac{\sum_{k=1}^{N_p} \tau_k (h_k - \sigma_g^2)}{\sum_{k=1}^{N_p} (h_k - \sigma_g^2)} \quad (2)$$

La potencia del ruido de fondo $Z = \sigma_g^2$ se estima como la media de las N_n muestras del perfil del retardo de potencia más pequeñas. No obstante, el ruido incluido en un conjunto de picos $\{h_k\}$, $k = 1 \dots N_p$ seleccionado no tiene la misma distribución que las N_n muestras más pequeñas. En la mayoría de los casos con problemas, cuando hay muchas muestras de ruido y pocas o ninguna rutas verdaderas, $\{h_k\}$ contiene todas las muestras de ruido más grandes cuya potencia media (denominada Z^*) es significativamente mayor que la potencia media del ruido de fondo resultante. Las n_k están bien modelizadas como la magnitud cuadrada de las variables aleatorias Gaussianas complejas. En otras palabras, los n_k tienen la distribución de χ^2_2 con la función de densidad de probabilidad

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi x} \sigma_g} e^{-\frac{x}{2\sigma_g^2}}$$

. Se puede expresar entonces

$$Z = \frac{\int_0^\alpha x f(x) dx}{N_n / N_w}$$

(que corresponde a la porción cercana a cero de la función de densidad de probabilidad) y

$$Z^* = \frac{\int_\beta^\infty x f(x) dx}{N_p / N_w}$$

(que corresponde a la parte final de la función de densidad de probabilidad), donde los límites de integración α y β se definen de manera que

$$\int_{\beta}^{\infty} f(x)dx = \frac{N_p}{N_w} \text{ y } \int_0^{\alpha} f(x)dx = \frac{N_n}{N_w}$$

5

El factor de escalado del ruido γ se determina entonces como la relación siguiente:

$$\gamma = \frac{Z^*}{Z} \tag{3}$$

10

La FIGURA 3 es un gráfico que ilustra los valores de ejemplo de γ en función de $\frac{N_p}{N_w}$, asumiendo un valor típico de $\frac{N_p}{N_w}$ de 0,8. Resulta evidente a partir de la FIGURA 3 que, en el ejemplo mostrado en esta memoria, utilizar Z directamente para la corrección del ruido subestima la potencia de ruido relevante Z^* en un factor de aproximadamente 4-8. En otras palabras, sólo se elimina aproximadamente 12-25% de la potencia del ruido.

15

Puede mostrarse que la polarización esperada del valor del centro de gravedad es igual a

$$E[C_{true} - C] = \left(C_{true} - \frac{N_w}{2} \right) \frac{N_w E[n_k - \gamma Z]}{\sum_{k=1}^{N_p} p_k}$$

20

donde $C_{verdadera}$ es el centro de gravedad real. La eliminación del ruido puede alcanzarse minimizando $E[n_k - \gamma Z]$. La polarización sería en realidad eliminada si pudiese utilizarse $\gamma Z = E[n_k]$, representando la Ecuación (3) una estimación práctica de tal γ . Como se muestra, la polarización es eliminada mediante las realizaciones de la invención cuando se introduce un factor de escalado del ruido γ y en el cálculo del centro de gravedad como sigue:

$$C = \frac{\sum_{k=1}^{N_p} \tau_k (h_k - \gamma Z)}{\sum_{k=1}^{N_p} (h_k - \gamma Z)} \tag{4}$$

25

El factor de escalado del ruido γ puede ser determinado de antemano, evitando así cálculos en línea. El denominador de la ecuación (4) proporciona la estimación de la potencia de la señal no polarizada P_i , donde

$$P_i = \sum_{k=1}^{N_p} h_k - N_p \gamma Z \tag{5}$$

30

y la ecuación (5) puede ser utilizada en otras partes del algoritmo buscador de ruta.

$$\frac{N_p}{N_w}$$

35

El valor de γ basado en un argumento fijo $\frac{N_p}{N_w}$ puede diferir del valor óptimo cuando hay muchas rutas reales y menos entradas sólo de ruido dentro de la ventana de observación. El factor óptimo de escalado del ruido es

$$\gamma' = \frac{N_{paths} + \gamma(N_p - N_{paths})}{N_p} \tag{6}$$

donde N_{rutas} es el número de rutas verdaderas entre los N_p picos seleccionados. Cuando el valor de γ difiere del valor óptimo debido a muchas rutas reales y a menos entradas sólo de ruido, una sobre-corrección resulta en que la

$$\frac{N_w E[n_k - \gamma Z]}{\sum_{k=1}^{N_p} p_k}$$

polarización residual en la dirección opuesta permanezca. No obstante, la relación $\frac{N_w E[n_k - \gamma Z]}{\sum_{k=1}^{N_p} p_k}$, y correspondientemente cualquier polarización del centro de gravedad, sigue siendo pequeña. En los casos de ruido elevado, las pruebas prácticas indican una buena concordancia del modelo y la eliminación de casi toda la polarización.

- 5
- Las realizaciones de la invención permiten la determinación del actual ruido de fondo del perfil del retardo de potencia observado incluido en el cálculo del centro de gravedad, basándose en una estimación del ruido de fondo inferida de la distribución parcial del ruido. Como resultado, el valor del centro de gravedad calculado no está polarizado o tiene una polarización significativamente reducida, mejorando la robustez del desplazamiento de la
- 10
- ventana. Además, el valor del centro de gravedad instantáneo calculado de acuerdo con los principios de la invención puede ser promediado en el tiempo o combinado con otros valores del centro de gravedad de otros puntos del tiempo o del espacio sin incurrir en ningún error relacionado con la polarización y sin requerir etapas de selección heurísticas.
- 15
- Las realizaciones de la invención son computacionalmente eficientes, porque típicamente sólo se requiere una mirada a la tabla y una multiplicación, además del cálculo convencional del centro de gravedad. Dado el relativamente infrecuente cálculo de la posición de la ventana del buscador de ruta, el Premium computacional es habitualmente despreciable.
- 20
- Como resultará evidente para los expertos en la materia, la invención tendrá muchas realizaciones. Por ejemplo, las realizaciones de la invención pueden ser utilizadas cuando se utilizan otras combinaciones del número de picos y del número de muestras de ruido (por ejemplo, de manera que $N_p + N_n \neq N_w$). En tales casos, el cálculo del factor de escalado del ruido será numéricamente diferente; no obstante, los detalles de la implementación serán obvios para una persona experta en la materia. Además, los principios de la invención pueden ser empleados en cualquier
- 25
- aplicación en la cual deba calcularse el centro de gravedad. Puede utilizarse un perfil de retardo complejo en lugar de un perfil de retardo de potencia, en cuyo caso la potencia de cada elemento del perfil del retardo se encuentra multiplicando el coeficiente complejo por su conjugado complejo. Puede utilizarse un perfil de retardo de potencia promediado o instantáneo.
- 30
- Aunque la realización o las realizaciones de la presente invención ha o han sido ilustrada o ilustradas en los Dibujos que se acompañan y se ha o han descrito en la Descripción Detallada anterior, resultará evidente que la presente invención no está limitada a la realización o realizaciones descrita o descritas, sino que es capaz de numerosas nuevas realizaciones, modificación y sustituciones sin separarse de la invención definida por las reivindicaciones
- 35
- siguientes.

REIVINDICACIONES

1. Un método de determinación de un perfil de retardo de potencia de ruido corregido, comprendiendo el método:

5 determinar un perfil de retardo de potencia (204);
 calcular un perfil de retardo de potencia de ruido corregido (206) utilizando una estimación de la potencia del ruido de fondo polarizada, el perfil del retardo de potencia y un factor de escalado del ruido; y **caracterizado por**
 10 calcular una estimación de la posición del centro de gravedad (208) utilizando el perfil del retardo de potencia de ruido corregido.

2. El método de la reivindicación 1, en el que el factor de escalado del ruido (202) se aplica a la estimación de la potencia del ruido de fondo.

15 3. El método de la reivindicación 2, en el que el factor de escalado del ruido depende de una función de densidad de probabilidad.

20 4. El método de la reivindicación 3, en el que el factor de escalado del ruido depende de una función de densidad de probabilidad de la estimación de la potencia del ruido de fondo polarizada.

25 5. El método de la reivindicación 1, en el que:
 la etapa de determinar el perfil del retardo de potencia comprende utilizar una primera pluralidad de valores; y
 la etapa de calcular el perfil del retardo de potencia de ruido corregido comprende utilizar la primera pluralidad de valores y una segunda pluralidad de valores.

30 6. El método de la reivindicación 5, en el que:
 la primera pluralidad de valores es una pluralidad de valores del perfil del retardo de potencia N_p ; y
 la segunda pluralidad de valores son los N_n valores del perfil del retardo de potencia más pequeños.

35 7. El método de la reivindicación 1, en el que:
 Z es la estimación de la potencia del ruido de fondo polarizada;
 τ_k es un retardo de tiempo;
 γ es el factor de escalado del ruido;
 h_k es una pluralidad de la pluralidad de valores de potencia;
 N_p es una pluralidad de valores de potencia h_k ; y
 40 la estimación de la posición del centro de gravedad es

$$\frac{\sum_{k=1}^{N_p} \tau_k (h_k - \gamma Z)}{\sum_{k=1}^{N_p} (h_k - \gamma Z)}$$

45 8. El método de la reivindicación 1, en el que:
 Z es la estimación de la potencia del ruido de fondo polarizada;
 γ es el factor de escalado del ruido;
 h_k es una pluralidad de valores de potencia; y
 50 el perfil del retardo de potencia es $h_k - \gamma Z$

55 9. El método de la reivindicación 1, en el que:
 σ_g^2 es la estimación de la potencia del ruido de fondo polarizada;
 Z^* es una potencia media de una pluralidad de valores h_k ;
 y es el factor de escalado del ruido; y

$$\gamma = \frac{Z^*}{\sigma_g^2}$$

10. El método de la reivindicación 1, en el que:

γ' es el factor de escalado del ruido;

$$\gamma' = \frac{N_{paths} + \gamma(N_p - N_{paths})}{N_p};$$

N_p es una pluralidad de valores de potencia;

N_{rutas} es un número de rutas verdaderas de entre los N_p valores de potencia;

σ_g^2

es la estimación de la potencia del ruido de fondo polarizada;

Z^* es una potencia media de una pluralidad de valores de potencia .. N_n ; y

$$\gamma = \frac{Z^*}{\sigma_g^2}$$

11. El método de la reivindicación 1, que comprende también:

determinar el factor de escalado del ruido;

almacenar el factor de escalado del ruido para uso en línea; y

en el que la etapa de determinar el factor de escalado del ruido se lleva a cabo fuera de línea y antes de las etapas de determinación del perfil del retardo de potencia, calculando el perfil del retardo de potencia de ruido corregido, y calculando la estimación de la posición del centro de gravedad.

12. Un aparato para determinar un perfil de retardo de potencia de ruido corregido, comprendiendo el aparato:

un estimador de canal (104);

un concentrador (106); y

un estimador de retardo (102) conectado inter-operativamente al estimador de canal y al concentrador, siendo el estimador del retardo para:

determinar un perfil de retardo de potencia (204);

calcular un perfil de retardo de potencia de ruido corregido (206) utilizando una estimación de potencia del ruido de fondo polarizada, el perfil del retardo de potencia y un factor de escalado del ruido; y

caracterizado por

calcular una estimación de la posición del centro de gravedad (208) utilizando el perfil del retardo de potencia de ruido corregido.

13. El aparato de la reivindicación 12, en el que el factor de escalado del ruido (202) se aplica a la estimación de la potencia del ruido de fondo polarizada.

14. El aparato de la reivindicación 13, en el que el factor de escalado del ruido depende de una función de densidad de probabilidad.

15. El aparato de la reivindicación 14, en el que el factor de escalado del ruido depende de una función de densidad de probabilidad de la estimación de la potencia del ruido de fondo polarizada.

16. El aparato de la reivindicación 12, en el que:

el estimador del retardo utiliza una primera pluralidad de valores para determinar el perfil del retardo de potencia; y

el estimador del retardo utiliza la primera pluralidad de valores y una segunda pluralidad de valores para calcular el perfil del retardo de potencia de ruido corregido.

17. El aparato de la reivindicación 16, en el que:

la primera pluralidad de valores es una pluralidad de N_p valores de perfil del retardo de potencia; y la segunda pluralidad de valores es los N_n valores del perfil del retardo de potencia más pequeños.

18. El aparato de la reivindicación 12, en el que:

Z es la estimación de la potencia del ruido de fondo polarizada;
 τ_k es un retardo de tiempo;
 γ es el factor de escalado del ruido;
 h_k es una pluralidad de valores de potencia;
 N_p es una pluralidad de la pluralidad de los valores de potencia h_k ; y
 la estimación de la posición del centro de gravedad es

$$\frac{\sum_{k=1}^{N_p} \tau_k (h_k - \gamma Z)}{\sum_{k=1}^{N_p} (h_k - \gamma Z)}$$

19. El aparato de la reivindicación 12, en el que:

Z es la estimación de la potencia del ruido de fondo polarizada;
 γ es el factor de escalado del ruido;
 h_k es una pluralidad de valores de potencia; y
 el perfil del retardo de potencia de ruido corregido es $h_k - \gamma Z$.

20. El aparato de la reivindicación 12, en el que:

σ_g^2 es la estimación de la potencia de ruido corregido polarizada;
 Z^* es una potencia media de una pluralidad de valores h_k ;
 γ es el factor de escalado del ruido; y

$$\gamma = \frac{Z^*}{\sigma_g^2}$$

21. El aparato de la reivindicación 12, en el que:

γ' es el factor de escalado del ruido;

$$\gamma' = \frac{N_{paths} + \gamma(N_p - N_{paths})}{N_p}$$

N_p es una pluralidad de valores de potencia;
 N_{rutas} es un número de rutas verdaderas entre los N_p valores de potencia;

σ_g^2 es la estimación de la potencia del ruido de fondo polarizada;
 Z^* es una potencia media de una pluralidad de N_n valores de potencia; y

$$\gamma = \frac{Z^*}{\sigma_g^2}$$

22. El aparato de la reivindicación 12, en el que el estimador del retardo también incluye:

un medio para determinar el factor de escalado del ruido; y
 un medio para almacenar el factor de escalado del ruido para uso en línea;
 en el que el medio para determinar el factor de escalado del ruido determina el factor de escalado del ruido fuera de línea antes de determinar el perfil del retardo de potencia, calculando el perfil del retardo de potencia de ruido corregido, y calculando la estimación de la posición del centro de gravedad.

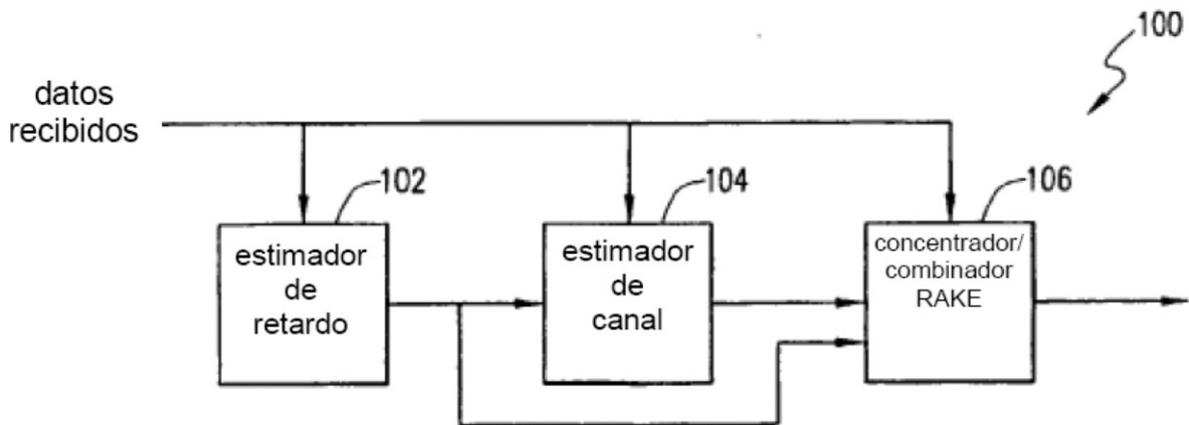


FIG. 1

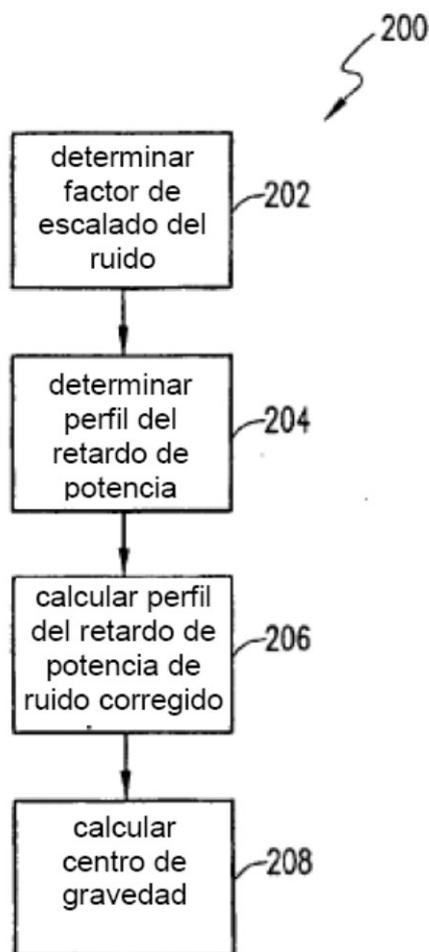


FIG. 2

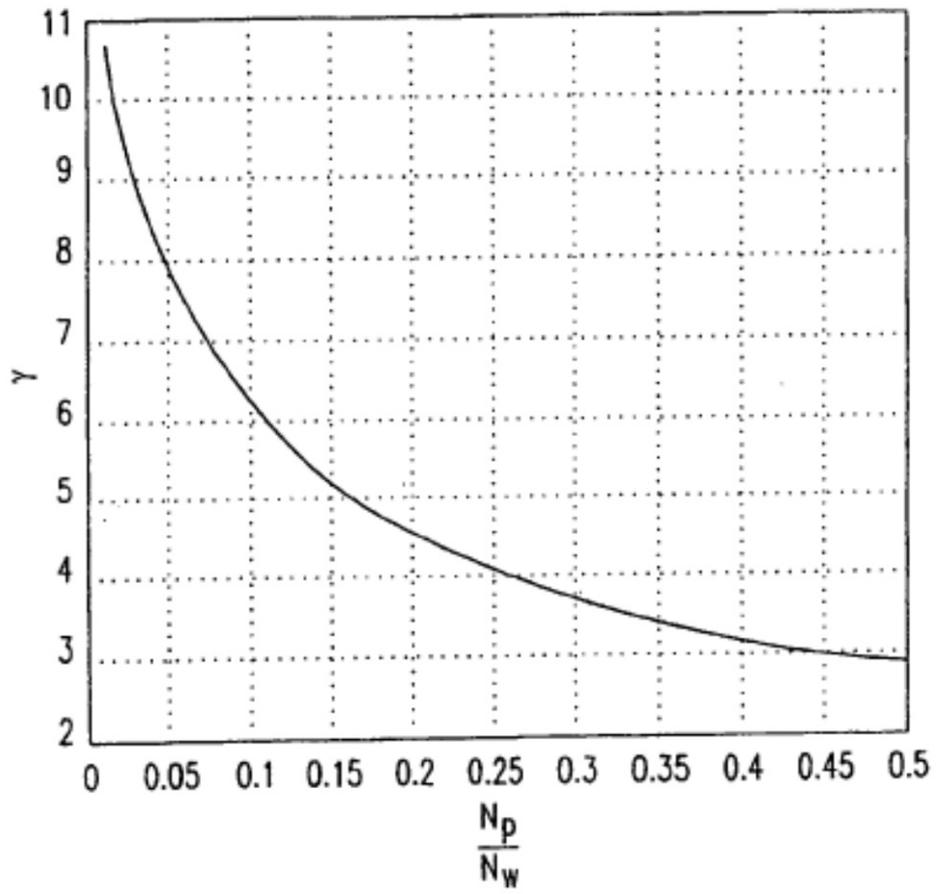


FIG. 3