

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 389 085**

51 Int. Cl.:
H04B 7/08 (2006.01)
H04B 1/7105 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **05824066 .4**
- 96 Fecha de presentación: **29.12.2005**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **1858175**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.11.2007**

54 Título: **Un método y equipo para llevar realizar una antena inteligente en un sistema WCDMA**

30 Prioridad:
02.03.2005 CN 200510051164

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
23.10.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
23.10.2012

73 Titular/es:
**ZTE CORPORATION (100.0%)
ZTE PLAZA, KEJI ROAD SOUTH HI-TECH
INDUSTRIAL PARK, NANSHAN DISTRICT
SHENZHEN, GUANGDONG 518057, CN**

72 Inventor/es:
**WANG, YANWEN;
ZHANG, LI y
CHEN, DONGLI**

74 Agente/Representante:
CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 389 085 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

Un método y equipo para llevar a cabo una antena inteligente en un sistema WCDMA

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a una técnica de antena inteligente en un sistema de acceso múltiple por división de código de banda ancha (WCDMA) en el campo de las comunicaciones, en particular a un método y un dispositivo para implementar una antena inteligente en un sistema WCDMA.

10

Técnica antecedente

En el canal de comunicación WCDMA, además del ruido blanco gaussiano aditivo (AWGN), existen varias interferencias en diferentes entornos, así que el diseño de un receptor debe tener en consideración las restricciones de las interferencias. Bajo el entorno AWGN ideal, puede usarse un desensanchador de filtro adaptado (o denominado un desensanchador correlacionado). En el caso de interferencias de múltiples trayectos, a menudo se usa un receptor Rake desensanchador de diversidad de multitrayectos, que tiene que estimar el retardo y la amplitud de los multitrayectos. En el canal que tiene interferencia de banda estrecha, el método usado común es añadir un filtro de predicción adaptable delante del filtro adaptado para estimar la interferencia de banda estrecha y llevar a cabo la separación de las señales ensanchadas de banda ancha. En el sistema WCDMA con interferencias multiacceso, el receptor de detección de multiusuarios nunca recibió amplia atención. Está constituido por un conjunto de filtros adaptados y un detector multiusuario, el típico es un detector multiusuario decorrelacionado, que tiene complejidad lineal y la mejor capacidad de suprimir el efecto cerca – lejos. Pero su desventaja es necesitar diversa información (como pseudocódigo, sincronización, frase, etc.) de todos los usuarios de interferencia.

25

En el método anterior, la supresión para varias interferencias habitualmente se realiza por separado. Sin embargo, a menudo realmente nos enfrentamos con las dos condiciones siguientes: 1) puede que no conozcamos en qué clase de entorno de interferencia estamos situados, y tampoco precisar los parámetros de interferencia; 2) a veces, puede haber varias interferencias existentes al mismo tiempo. Bajo tales condiciones, el receptor que puede suprimir una clase de interferencia no puede funcionar normalmente cuando está bajo el entorno del canal en el que existe simultáneamente otra clase de interferencia o varias interferencias. También existe un método de combinación de un filtro de muesca de banda estrecha, un receptor Rake, y un detector multiusuario decorrelacionado. Pero su desventaja es que el receptor es extremadamente complejo e incluso no puede implementarse.

30

El modelo de banda base de señal de recepción DS/CDMA de modulación BPSK en un entorno de canal complejo se analizará en primer lugar en este documento. La modulación de espectro ensanchado y el efecto de multitrayecto usan el filtro FIR para configurar el modelo. Existe interferencia multiacceso, interferencia multitrayecto, interferencia de banda estrecha y AWGN. Hay K usuarios en el sistema, la secuencia de datos de cada usuario es $d_k(n) \in \pm 1$, c_k y h_k son los coeficientes del filtro FIR. El filtro c_k completa la función de modulación de espectro ensanchado, siendo su entrada $d_k(n)\delta(n - T_b)$, siempre y cuando $c_k = [c_{k,0}, c_{k,1}, \dots, c_{k,N-1}]^T$ represente la secuencia de pseudocódigo de espectro ensanchado del usuario k-ésimo con su valor de ± 1 , entonces la respuesta al impulso del filtro es igual a esta secuencia de pseudocódigo de espectro ensanchado c_k , h_k representa el efecto de la interferencia multitrayecto. Siempre y cuando el retardo de multitrayecto sea los tiempos integrales del periodo de chip de codificación T_c , $\tau_k T_c$ representa el retardo temporal del trayecto de la LoS (línea de visión) del usuario k-ésimo, siempre y cuando el número máximo de multitrayectos sea L, el retardo temporal de cada trayecto del usuario k-ésimo es: $\tau_k T_c, (\tau_k + 1)T_c, \dots, (\tau_k + L - 1)T_c$ respectivamente, y el coeficiente de desvanecimiento está indicado por el vector $h_k = [h_{k,0}, h_{k,1}, \dots, h_{k,L-1}]^T$, para el usuario con el número de multitrayectos inferior a L, algunos elementos de h_k son cero.

35

40

45

50

Siempre y cuando el primer usuario sea el usuario esperado, y $\tau_k > \tau_1$, ($k = 2, \dots, K$), hacer

$$m_{k,l} = \text{int}[(\tau_k + l - \tau_1) / N]$$

$$q_{k,l} = \tau_k + l - \tau_1 - N \cdot m_{k,l}$$

55

Las dos ecuaciones anteriores ilustra cuántos periodos de célula de código de datos el trayecto l-ésimo del usuario k-ésimo se retrasa en relación con el trayecto de LoS del primer usuario, $m_{k,l}$ es la parte entera, $q_{k,l}$ es el residuo.

Si no se considera la interferencia de banda estrecha, el vector de la señal recibida se representa como:

60

$$x[n] = h_{1,0}d_1(n)c_1 + \sum_{l=1}^{L-1} [h_{1,l}d_1(n - m_{1,l} - 1)cf_{1,l} + h_{1,l}d_1(n - m_{1,l})cb_{1,l}]$$

$$+ \sum_{k=2}^K \sum_{l=0}^{L-1} [h_{k,l} d_k(n - m_{k,l} - 1) c f_{k,l} + h_{k,l} d_k(n - m_{k,l}) c b_{k,l}] + z(n)$$

En la que:

$$5 \quad c f_{k,l} = [c_{k,N-q_{k,l}}, c_{k,N-q_{k,l}-1}, K, c_{k,N-1}, 0, K, 0]_{1 \times N}^T,$$

$$c b_{k,l} = [0, K, 0, c_{k,0}, c_{k,1}, K, c_{k,N-q_{k,l}-1}]_{1 \times N}^T$$

10 El primer elemento de la ecuación es la señal del trayecto de LoS del usuario esperado, el segundo es la interferencia multitrayecto generada por el usuario esperado, el tercero es la interferencia multiacceso, la interferencia multitrayecto generada por el usuario multiacceso es equivalente a la interferencia multiacceso, es decir, equivalente a la interferencia multiacceso del elemento $(k - 1)$, el cuarto elemento es la interferencia AWGN.

15 Habitualmente, en la estación base del sistema WCDMA, el receptor a menudo adopta la técnica de recepción correlacionada o de recepción Rake, que es el método de proceso para un único usuario. Desde el punto de vista de la teoría de la información, el WCDMA es un canal MIMO, y el único usuario no puede aprovechar plenamente la capacidad del canal. La detección de multiusuarios puede aprovechar plenamente la información de dominio temporal del multiusuario, como la palabra de código, la amplitud, la sincronización, y el retardo, etc., y reducir de ese modo en gran medida la interferencia multiacceso multitrayecto. La técnica de antena inteligente se basa en una antena adaptable y procesamiento de señal de red de alta resolución, y hace posible que el receptor capte la información de dominio espacial de la señal multiusuario. Tal información espacial incluye parámetros como el ángulo de llegada, el número de señales, el modo de polarización de la señal, y la relación de fases relativas, etc.

20 Para aprovechar plenamente las características del dominio espacial y el dominio temporal de las señales, es necesario realizar un procesamiento asociado al espacio – tiempo para las señales. El método de procesamiento asociado al espacio – tiempo incluye el método basado en algún criterio de optimización espacio – temporal y el método basado en alguna característica estructural. Para aprovechar plenamente diversos métodos en diversas condiciones, el procesamiento espacio – temporal puede combinarse en una arquitectura de radio por software, es decir, el procesamiento asociado espacio – temporal se implementa con software, para construir un método de procesamiento asociado espacio – temporal generalizado adecuado para diversas condiciones de canal.

25 La antena inteligente adaptable usada actualmente, como las desveladas en la solicitud de patente de China 01132304 “A Receiving Device with full Adaptive Smart”, la solicitud de patente de China 01131993 “A Receiving Method and Device with Smart Antenna”, el valor de ponderación puede actualizarse por ciertos criterios según los cambios de las características de distribución del espacio de la señal, la amplitud y la fase del valor de ponderación pueden actualizarse libremente, cuando el algoritmo de actualización es convergente, este método puede aprovechar plenamente las características espaciales de la señal de usuario esperada y la señal de interferencia a la máxima SIR (relación señal – interferencia) de la señal recibida.

30 Sin embargo, existen algunos problemas técnicos clave que han de resolverse al aplicar la antena inteligente en la práctica. En donde la estabilidad y la complejidad del cálculo del algoritmo de conformación de haz adaptable es uno de los problemas que limitan el desarrollo de la antena adaptable. En la comunicación práctica, la condición del canal es muy compleja y tiene la característica de variar con el tiempo, por eso es difícil usar un cierto algoritmo de conformación de haz adaptable individual que se comporte bien en toda clase de entornos. En las patentes anteriores relacionadas con una antena inteligente adaptable, sólo presentan la función que el sistema realiza sin método de implementación específico, o proporcionan algoritmos que tienen limitaciones en el entorno de aplicación. Esa también es una de las principales razones por las que hasta ahora no ha aparecido ningún producto de antena inteligente adaptable WCDMA a pesar de que existen muchas patentes e investigaciones sobre este campo.

35 El documento US 2003/201936 A1 desvela un aparato y método de conformación de haz adaptable que desensancha una señal de entrada, y determina si un símbolo de la señal desensanchada pertenece a un subcanal piloto o un subcanal no piloto de la señal desensanchada. En consecuencia, se habilita uno de dos algoritmos de conformación de haz. Si el símbolo pertenece al subcanal piloto, se usa un primer algoritmo para calcular un vector de ponderación, y si el símbolo pertenece al subcanal no piloto, se usa un segundo algoritmo para calcular el vector de ponderación. Un vector de ponderación actual se actualiza usando un vector de ponderación calculado nuevamente, y se forma un patrón de haz basándose en el vector de ponderación actualizado.

40 El documento de KARASAWA Y y col.: “Algorithm Diversity In A Software Antenna” IEICE Transactions On Communications, Communications Society, Tokio, JP, vol. E83-B, nº. 6, 1 de junio de 2000 (2000-06-1), páginas 1229 – 1235, desvela una antena por software, que será un dispositivo clave que lleve a cabo sistemas de comunicaciones inalámbricas flexibles y altamente fiables, y se corresponde inherentemente con radios definidas

por software (SDR). Las tecnologías clave contienen i) cómo reconocer el entorno de radio, ii) cómo determinar el algoritmo de procesamiento de señal adaptable óptimo, y iii) cómo reconfigurar el circuito de conformación de haz digital.

- 5 El documento de KAMIYA Y y col.: "A Software Antenna: Reconfigurable Adaptive Arrays Based On Eigenvalue Decomposition" IEICE Transactions On Communications, Communications Society, Tokio, JP, vol. E82-B, nº. 12, 1 de diciembre de 1999, páginas 2012 – 2020, desvela una antena por software que reconoce entornos de ondas de radio y se reconfigura apropiadamente para el procesamiento de señal requerido por el entorno reconocido. Reconoce el entorno usando la descomposición en autovalores de las matrices de correlación del dominio espacial y reconfigura sus estructuras del procesamiento de señal. El principio y el rendimiento se examinan por medios teóricos y a través de simulaciones por ordenador.

Exposición de la invención

- 15 El propósito de la invención es presentar un método para implementar una antena inteligente WCDMA, en la que el algoritmo de conformación de haz adaptable correspondiente se adopta según diferentes entornos de canal, de manera que la interferencia se restringe eficazmente bajo diversos entornos de canal. La invención también proporciona un dispositivo de antena inteligente para llevar a cabo el método.

- 20 Para resolver el problema anterior, mediante la invención se proporciona un método para implementar una antena inteligente WCDMA, que comprende las siguientes etapas:

(a) las señales recibidas por la red de antenas son procesadas en el canal de RF (radiofrecuencia) para obtener datos de red de banda base que contienen una pluralidad de componentes;

- 25 (b) el entorno de comunicación inalámbrica en el que está situado el canal se estima e identifica según las características de dichos datos de red, y el tipo de canal al que pertenece actualmente el canal se determina por un criterio de decisión establecido para el tipo de canal;

- 30 (c) se selecciona en tiempo real un algoritmo de conformación de haz adaptable correspondiente según el resultado de la identificación del tipo de canal, y se calcula el valor de ponderación del enlace ascendente;

(d) dichos datos de red y dicho valor de ponderación del enlace ascendente se multiplican y luego se suman para conformar el haz;

- 35 (e) se selecciona en tiempo real el algoritmo de detección de multiusuarios correspondiente para procesar los datos después de que el haz está conformado según el resultado de la identificación del tipo de canal, se completa la distinción de usuarios.

- 40 Además, el método de implementación anterior también puede tener la siguiente característica: en dicho criterio de decisión para el tipo de canal, los tipos de canal se dividen en las tres clases siguientes o cualquier combinación de las mismas: primera, el AWGN es la parte de interferencia principal, el entorno en el que está situado está lejos de la estación base, la potencia de la señal es débil y el ruido es fuerte; segunda, la interferencia de canal común es la parte de interferencia principal, el entorno en que está situado es interferido por el canal común de otras células; 45 tercera, la ISI (interferencia entre símbolos) es la parte de interferencia principal, el entorno en que está situado tiene ISI considerable debido a la gran diferencia de retardos temporales entre cada una de las componentes multitrayecto.

- 50 Además, el método de implementación anterior también puede tener la siguiente característica: dicho criterio de decisión para el tipo de canal determina el tipo de canal según la desviación del espectro de potencia en banda y el autovalor de la matriz de correlación de dichos datos de red, lo cual incluye cualquier combinación de los tres, o al menos dos criterios siguientes:

- 55 si el número de autovalores efectivos es 1, y la desviación del espectro de potencia en banda es pequeña, se trata de dicho primer tipo de canal,

si el número de autovalores efectivos es 1, y la desviación del espectro de potencia en banda es grande, se trata de dicho segundo tipo de canal,

- 60 si el número de autovalores efectivos es mayor que 1, y la desviación del espectro de potencia en banda es pequeña, se trata de dicho tercer tipo de canal.

- 65 Además, el método de implementación anterior también puede tener la siguiente característica: en dicha etapa (c) de seleccionar el algoritmo de conformación de haz adaptable correspondiente según el resultado de la identificación del tipo de canal, se sigue cualquier combinación de los tres, o al menos dos criterios siguientes:

para el primer tipo de canal con AWGN como la parte de interferencia principal, se adopta un algoritmo de conformación de haz de combinación de relación máxima,

5 para el segundo tipo de canal con interferencia de canal común como la parte de interferencia principal, se adopta un algoritmo de módulo constante avanzado (ACM) para la conformación de haz,

para el tercer tipo de canal con ISI como la parte de interferencia principal, se adopta un algoritmo de conformación de haz recursivo concatenado avanzado.

10 Además, el método de implementación anterior también puede tener la siguiente característica: en dicha etapa (e) de seleccionar el algoritmo de detección de multiusuarios correspondiente según el resultado de la identificación del tipo de canal, se sigue cualquier combinación de los cuatro, o al menos dos criterios siguientes:

15 para el primer tipo de canal con AWGN como la parte de interferencia principal, se adopta el método de detección de multiusuarios basado en la media cuadrática mínima,

para el segundo tipo de canal con interferencia de canal común como la parte de interferencia principal, se adopta el método de detección de decorrelación,

20 para el tercer tipo de canal con ISI como la parte de interferencia principal, se adopta el método de neutralización de interferencias paralelas.

25 Además, el método de implementación anterior también puede tener la siguiente característica: el criterio de decisión para el tipo de canal establecido en la etapa (a) además incluye un cuarto tipo de canal, en el que existen diversas interferencias y ruidos, el entorno en el que está situado es un entorno de comunicación complejo con ruido fuerte y tanto interferencia de canal común como ISI, la condición de decisión correspondiente es: el número de autovalores efectivos es mayor que 1, y la desviación de potencia en banda es grande; en dicha etapa (c) de seleccionar el algoritmo de conformación de haz adaptable correspondiente según el resultado de la identificación del tipo de canal, para este cuarto tipo de canal se adopta un algoritmo de conformación de haz asistido por bits piloto.

30 Además, el método de implementación anterior también puede tener la siguiente característica: en dicha etapa (e) de seleccionar el algoritmo de detección de multiusuarios correspondiente según el resultado de la identificación del tipo de canal, para el cuarto tipo de canal con diversas interferencias y ruidos se usa el método de cancelación de interferencia multiacceso parcial.

40 Además, el método de implementación anterior también puede tener la siguiente característica: cuando dicha desviación de potencia en banda es mayor que un umbral establecido, se considera que la desviación de potencia en banda es grande, de lo contrario, se considera que es pequeña.

Además, el método de implementación anterior también puede tener la siguiente característica: dicha etapa (e) es seguida además por una etapa (f): el valor de ponderación del enlace descendente se calcula según el valor de ponderación del enlace ascendente obtenido.

45 El dispositivo de antena inteligente del sistema WCDMA proporcionado por la invención comprende un dispositivo de antena inteligente del sistema WCDMA, que incluye: una red de antenas, un módulo de canal de radiofrecuencia (RF), y un módulo de conformación de haz para conformar el haz después de ponderar las señales de cada canal individual, caracterizado por incluir además un módulo de detección y clasificación de entorno de canal, un módulo de selección de algoritmo de conformación de haz y generación de valor de ponderación, y un módulo de detección de multiusuarios, en el que:

50 dicho módulo de detección y clasificación de entorno de canal se usa para estimar e identificar un entorno de comunicación inalámbrica en el que está situado un canal según las características de los datos de red de banda base recibidos desde dicho canal de RF, determinar el tipo de canal actual, y devolver como salida el resultado a dicho módulo de selección de algoritmo de conformación de haz y generación de valor de ponderación,

60 dicho módulo de selección de algoritmo de conformación de haz y generación de valor de ponderación se usa para seleccionar un algoritmo de conformación de haz correspondiente según el resultado de la identificación del tipo de canal, para calcular el nuevo valor de ponderación del enlace ascendente según dichos datos de red y la realimentación de señal de conformación de haz, y enviar el nuevo valor de ponderación del enlace ascendente a dicho módulo de conformación de haz,

65 dicho módulo de detección de multiusuarios se usa para seleccionar el algoritmo de detección de multiusuarios correspondiente según el resultado de la identificación del tipo de canal, procesando dicha señal de conformación de haz, y completar la distinción de usuarios.

Además, el dispositivo de antena inteligente anterior también puede tener la siguiente característica: dicho módulo de detección y clasificación de entorno de canal además incluye: una unidad de cálculo de autovalores, para calcular el autovalor de la matriz de correlación de los datos de red y contar el número de autovalores efectivos; una unidad de cálculo de desviación del espectro de potencia en banda, para estimar la potencia de cada canal de las señales recibidas por la red y calcular la desviación del espectro de potencia en banda; y una unidad de decisión de tipo de canal, para identificar el tipo al que pertenece actualmente el canal por el criterio de decisión establecido según el número de autovalores efectivos y la desviación del espectro de potencia en banda.

Además, el dispositivo de antena inteligente anterior también puede tener la siguiente característica: cuando dicha unidad de decisión de tipo de canal identifica el tipo al que pertenece actualmente el canal según el número de autovalores efectivos y la desviación del espectro de potencia en banda, se sigue cualquier combinación de los tres, o al menos dos criterios siguientes:

si el número de autovalores es 1, y la desviación del espectro de potencia en banda es pequeña, se trata de dicho primer tipo de canal, en el que el AWGN es la parte de interferencia principal, el entorno en que está situado está lejos de la estación base, la potencia de la señal es débil y el ruido es fuerte,

si el número de autovalores es 1, y la desviación del espectro de potencia en banda es grande, se trata de dicho segundo tipo de canal, en el que la interferencia de canal común es la parte de interferencia principal, el entorno en que está situado es interferido por el canal común de otras células,

si el número de autovalores efectivos es mayor que 1, y la desviación del espectro de potencia en banda es pequeña, se trata de dicho tercer tipo de canal, en el que la ISI es la parte de interferencia principal, el entorno en que está situado tiene ISI considerable debido a la gran diferencia de retardos temporales entre cada una de las componentes multitrayecto.

Además, el dispositivo de antena inteligente anterior también puede tener la siguiente característica: cuando dicho módulo de detección de multiusuarios selecciona el algoritmo de detección de multiusuarios correspondiente según el resultado de la identificación del tipo de canal, se sigue cualquier combinación de los tres, o al menos dos criterios siguientes:

para el primer tipo de canal con AWGN como la parte de interferencia principal, se adopta el método de detección de multiusuarios basado en la media cuadrática mínima,

para el segundo tipo de canal con interferencia de canal común como la parte de interferencia principal, se adopta el método de detección de decorrelación,

para el tercer tipo de canal con ISI como la parte de interferencia principal, se adopta el método de neutralización de interferencias paralelas.

Además, el dispositivo de antena inteligente anterior también puede tener la siguiente característica: cuando dicha unidad de decisión de tipo de canal identifica el tipo al que pertenece actualmente el canal según el número de autovalores efectivos y la desviación del espectro de potencia en banda, sigue los siguientes criterios:

si el número de autovalores efectivos es mayor que 1, y la desviación de potencia en banda es grande, se trata del cuarto tipo de canal, en el que existen diversas interferencias y ruidos, el entorno en que está situado es un entorno de comunicación complejo con ruido fuerte y tanto interferencia de canal común como ISI,

cuando dicho módulo de detección de multiusuarios selecciona el algoritmo de detección de multiusuarios correspondiente según el resultado de la identificación del tipo de canal, se usa el método de cancelación de interferencia multiacceso parcial para el cuarto tipo de canal.

A partir de lo anterior, puede verse que esta invención adopta un algoritmo de conformación de haz adaptable adecuado para la antena inteligente según diferentes canales, así que tiene muchas ventajas comparado con los algoritmos de conformación de haz adaptable existentes:

En primer lugar, el algoritmo de conformación de haz correspondiente adecuado se selecciona analizando las características del canal, de manera que la estación base de antena inteligente tiene una adaptabilidad más amplia, y se evita la limitación de un único algoritmo de conformación de haz adaptable.

En segundo lugar, se adoptan el algoritmo de conformación de haz y el algoritmo de detección de multiusuarios basados en la técnica de radio por software, de manera que los algoritmos cambian de manera compacta y calculan rápidamente, se reduce la dificultad de implementación por hardware, la ingeniería es fácil de llevar a cabo y también se facilita la actualización y el mantenimiento del sistema de estación base.

En tercer lugar, el algoritmo puede trazar la dirección de llegada (DOA), ajustar el vector de ponderación de manera

adaptable, y conformar la orientación máxima del haz en la DOA del usuario esperado, y conformar la orientación nula en la dirección del usuario interferente, de manera que la influencia de la interferencia se suprime eficazmente.

5 En cuarto lugar, el método de cancelación multiusuario parcial adoptado reduce el espacio intermedio y la cantidad de cálculo del sistema, y evita la disminución del rendimiento del sistema debido a estimación inexacta del componente de interferencia multiacceso débil, para hacer que el sistema tenga mejor estabilidad.

10 Para resumir, usando un sistema de antena inteligente implementado por el método de esta invención, la relación de rendimiento - precio del sistema de estación base de antena inteligente puede potenciarse en gran medida con bajo coste de hardware, la ingeniería puede implementarse convenientemente, y el rendimiento de procesamiento inteligente de estación base puede mejorarse en gran medida.

Breve descripción de los dibujos

15 La figura 1 es un dibujo de un ejemplo del entorno de comunicación práctico.

La figura 2 es un dibujo estructural del dispositivo de antena inteligente según la realización de la invención.

20 La figura 3 es un diagrama de flujo del método según la realización de la invención.

La figura 4 es un diagrama de flujo de detección de entorno de comunicación inalámbrica e identificación de canal según la figura 3.

Mejor realización de la invención

25 Tal como se muestra en la figura 1, según los diferentes entornos de comunicación inalámbrica, los tipos de canal se clasifican en cuatro clases en esta realización: primera, el AWGN es la parte de interferencia principal, el entorno en que está situado está lejos de la estación base, la potencia de la señal es débil y el ruido es fuerte; segunda, la interferencia de canal común es la parte de interferencia principal, el entorno en que está situado es interferido por el canal común de otras células, el rendimiento del sistema se ve afectado; tercera, la ISI es la parte de interferencia principal, el entorno en que está situado tiene ISI considerable debido a la gran diferencia de retardos temporales entre cada una de las componentes multitrayecto; cuarta, existen diversas clases de interferencias y ruidos, el entorno en que está situado es un entorno de comunicación complejo con ruido fuerte y tanto interferencia de canal común como ISI. Por supuesto, también pueden usarse otras clasificaciones de tipos de canal, esta invención no está limitada por esta.

40 Esta realización determina los tipos de canal según los autovalores de la matriz de correlación de la señal recibida por la red y la desviación del espectro de potencia en banda; los algoritmos de conformación de haz, como combinación de relación máxima, módulo constante avanzado, algoritmo de Wiener avanzado, y cancelación de interferencia multiacceso parcial, etc. se adoptan respectivamente en relación con los diferentes tipos de canal; después, se aplica la detección de multiusuarios correspondiente. Así, la estación base de antena inteligente tiene una adaptabilidad más amplia.

45 En lo que viene a continuación, se analizará con más detalle la implementación del esquema técnico con respecto a los dibujos adjuntos. Los expertos en la materia pueden implementar fácilmente estos módulos según el dibujo estructural.

50 La figura 2 es el dibujo estructural del dispositivo de antena inteligente de acuerdo con la realización de la invención, que incluye la red de antenas 10, el módulo de canal de RF 11, el módulo de conformación de haz 12, el módulo de detección y clasificación de entorno de canal 13, el módulo de selección de algoritmo de conformación de haz y generación de valor de ponderación 14, y el módulo de detección de multiusuarios 15. Como las funciones de los módulos de generación de aleatorización, generación de código de espectro ensanchado, sincronización de código, desensanchamiento de desaleatorización, control de reloj, etc. en el sistema de antena inteligente de radio por software no son el contenido en el que se centra esta invención, estos módulos no se describirán en la realización. Si es necesario, se hará referencia directamente a estos módulos o sus señales de salida.

60 La red de antenas 10 se considera de M elementos de antena, es decir, 10.1, 10.2, ..., 10.M, usados para recibir señales inalámbricas. Su salida está conectada a la entrada del módulo de canal de RF 11. El patrón de radiación de los elementos de antena puede ser arbitrario, la disposición de la red de antenas también puede ser arbitraria. El método adaptable de la invención obtendrá el valor de ponderación de red óptimo bajo cierto criterio. Pero en el caso de diferentes redes de antenas, la calidad de recepción de la señal óptima que puede alcanzarse es diferente.

65 El módulo de canal de RF 11 incluye M canales de RF, es decir, 11.1, 11.2, ..., 11.M, usados para realizar amplificación de bajo ruido, control automático de ganancia, corrección de canal, transferencia de banda base, transferencia de A/D y D/A, filtrado adaptado, etcétera, para las señales devueltas como salida por M elementos de antena respectivamente. Las señales han sido discretizadas en el canal de RF, y son devueltas como salida como M

corrientes de señales de banda base $X = [x_1, x_2, \Lambda, x_M]$, denominadas también datos de red X en lo sucesivo. Todo el procesamiento subsiguiente es procesamiento de señales digitales realizado por software. Los datos de red X se devuelven como salida al módulo de conformación de haz 12, el módulo de detección y clasificación de entorno de canal 13, y el módulo de selección de algoritmo de conformación de haz y de generación de valor de ponderación 14, respectivamente.

Dicho módulo de detección y clasificación de entorno de canal 13 además incluye: una unidad de cálculo de autovalores, usada para calcular el autovalor de la matriz de correlación de los datos de red, y contar el número de autovalores efectivos; una unidad de cálculo de desviación del espectro de potencia en banda, usada para estimar la potencia de cada canal de las señales recibidas por la red, y calcular la desviación del espectro de potencia en banda; y una unidad de decisión de tipo de canal, usada para identificar el tipo al que pertenece actualmente el canal mediante un criterio de decisión establecido según el número de autovalores efectivos y la desviación del espectro de potencia en banda, e introducir el resultado en el módulo de selección de algoritmo de conformación de haz y generación de valor de ponderación 14. Dicho tipo de canal es uno de interferencia de AWGN, interferencia de canal común, ISI, y diversas interferencias y ruidos.

El módulo de selección de algoritmo de conformación de haz y generación de valor de ponderación 14 se usa para seleccionar el algoritmo de conformación de haz adecuado según el resultado del tipo de canal devuelto como salida por el módulo de detección y clasificación de entorno de canal 13, procesar los datos de red X procedentes del canal de RF 11 y la señal de realimentación Y devuelta como salida por el módulo de conformación de haz 12, y calcular el nuevo valor de ponderación W que ha de ser devuelto como salida al módulo de conformación de haz. El nuevo valor de ponderación $W = [w_1, w_2, \Lambda, w_M]$ está formado por M componentes.

El módulo de conformación de haz 12 está constituido por M multiplicadores 12.1, 12.2, ..., 12.M y un sumador 12.A. Se usa para formar el haz para los datos de red X procedentes del módulo de canal de RF 11 y el valor de ponderación W devuelto como salida por el módulo de selección de algoritmo de conformación de haz y generación de valor de ponderación 14, es decir, obtener la señal de salida Y multiplicando y sumando los datos de red X y el valor de ponderación W.

El módulo de detección de multiusuarios 15 se usa para seleccionar el algoritmo de detección de multiusuarios correspondiente según el resultado de tipo de canal devuelto como salida por el módulo de detección y clasificación de entorno de canal 13, procesar los datos Y devueltos como salida por el módulo de conformación de haz 12, completar la distinción de usuarios, y finalmente devolver como salida un bit de salida modulado "b" a los otros módulos de procesamiento convencionales subsiguientes.

El módulo de conformación de haz 12, el módulo de detección y clasificación de entorno de canal 13, el módulo de selección de algoritmo de conformación de haz y generación de valor de ponderación 14, y el módulo de detección de multiusuarios 15 de la realización se llevan a cabo mediante software en el DSP (procesamiento de señales digitales). Pero también pueden ser módulos de hardware, es decir, estos módulos pueden realizarse en un ASIC (circuito integrado de aplicación específica) o una FPGA (matriz de puertas programable in situ) especializados.

La figura 2 es el diagrama de flujo del método de acuerdo con la realización de la invención, que incluye las siguientes etapas:

Etapas 21, procesar las señales recibidas por la red de antenas en el canal de RF para obtener los datos de red de banda base $X = [x_1, x_2, \Lambda, x_M]$;

Etapas 22, determinar el tipo al que pertenece actualmente el canal mediante el criterio de decisión establecido según el autovalor de la matriz de correlación de las señales recibidas por la red y la desviación del espectro de potencia en banda;

El flujo específico de detección de entorno de comunicación inalámbrica e identificación de canal se muestra en la figura 3, que incluye las siguientes etapas:

Etapas 31, calcular la matriz de autocorrelación $R = X \cdot X^H$ de las señales recibidas por la red;

Etapas 32, calcular el autovalor λ con respecto al autovector V según la ecuación:

$$R \cdot V = \lambda \cdot V$$

$$\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_M = \sigma_N^2, \text{ en donde } \sigma_N^2 \text{ es la potencia del ruido.}$$

Etapas 33, estimar la potencia de cada canal de las señales recibidas por la red como P_1, P_2, Λ, P_M

Etapa 34, determinar el autovalor efectivo, siempre y cuando σ_N^2 sea la potencia del ruido, si $\lambda \geq \sigma_N^2 + \delta_\lambda$, λ se considera como el autovalor efectivo, en donde δ_λ es el parámetro específico determinado por el sistema práctico;

Etapa 35, comparar la desviación de potencia en banda, es decir, decidir si se satisface $|P_i - P_j| < \delta_p$, en donde i,j

5 = 1,2, ... M, e $i \neq j$, δ_p es un umbral; según el parámetro específico determinado por el sistema práctico, si se satisface, se considera que la potencia es relativamente pequeña, de lo contrario, se considera que la potencia es relativamente grande.

10 Etapa 36, decidir el tipo al que pertenece actualmente el canal según el número de autovalores efectivos y el resultado de la comparación de la desviación de potencia en banda, el criterio es el siguiente:

15 si el número de autovalores efectivos es 1, y la desviación de potencia dentro de banda es pequeña, en el canal sólo existen las señales esperadas y AWGN, la expansión de retardo temporal es pequeña, entonces se trata del primer tipo de canal;

20 si el número de autovalores efectivos es 1, y la desviación de potencia en banda es grande, en el canal existen tanto las señales esperadas como señales de interferencia, pero la expansión del retardo temporal no es grande y existe cierta expansión angular, se presenta principalmente la interferencia de canal común, entonces se trata del segundo tipo de canal;

25 si el número de autovalores efectivos es mayor que 1, y la desviación de potencia en banda es pequeña, la expansión de retardo temporal de las señales esperadas es grande, la expansión angular es pequeña, se presenta principalmente ISI, entonces se trata del tercer tipo de canal;

30 si el número de autovalores efectivos es mayor que 1, y la desviación de potencia en banda es grande, tanto las señales esperadas como las señales de interferencia tienen cierta expansión de retardo temporal y expansión angular, entonces se trata del cuarto tipo de canal.

35 La invención también puede adoptar otros criterios de decisión adecuados, como adoptar cualquier combinación de más de criterios seleccionados de los cuatro criterios anteriores. Por supuesto, los tipos de canal también serán recombinados en consecuencia.

40 Etapa 23, seleccionar el algoritmo adaptable correspondiente según el resultado de la identificación del tipo de canal para eliminar la interferencia bajo esta clase de tipo de canal de la manera más efectiva, y calcular el valor de ponderación del enlace ascendente W.

45 Para el primer tipo de canal con AWGN como la parte de interferencia principal, en la realización se usa el algoritmo de combinación de relación máxima para calcular el valor de ponderación del enlace ascendente W. El método se usa ampliamente, y no se analizará detalladamente en este documento.

50 Para el segundo tipo de canal con interferencia de canal común como la parte de interferencia principal, en la realización se usa el algoritmo de módulo constante (CMA) avanzado para conformación de haz para calcular el valor de ponderación del enlace ascendente W.

55 El proceso principal del CMA avanzado para conformación de haz usado en esta realización es el siguiente:

El valor de ponderación original del CMA, $W_0 = (X \cdot X^H)^{-1} \cdot X \cdot d^H$ se obtiene según la solución de Wiener, en donde d es la señal de referencia, $X \cdot X^H = R$ es la matriz de autocorrelación de las señales recibidas por la red, el valor de R se ha calculado al identificar el canal, así que puede usarse directamente.

La función de coste del método de implementación del módulo constante descendente más pronunciado es:

$$J = E \left\{ \left| w^H(n)x(n) - |\alpha| \right|^2 \right\}$$

55 En donde $\alpha = W_0^H \cdot X(0)$, fórmula iterativa de selección de dirección de actualización: $w(n+1) = w(n) - \mu x(n)e^*(n)$.

En la fórmula, $e(n) = 2 \left[y(n) - \frac{y(n)}{|y(n)|} \right]$, μ es la longitud del paso.

Respecto a otro contenido relacionado, consúltese el CMA avanzado desvelado en el documento "A combination of two adaptive algorithm SMI and CMA", emitido por Rumiko Yonezawa, IEICE TRANS. COMMUM., vol. E84-B, n°. 7, julio de 2001. Esta invención sólo hace la mejora parcial anterior para este algoritmo descrito.

Para el tercer tipo de canal con ISI como la parte de interferencia principal, la realización adopta el algoritmo de conformación de haz recursivo concatenado para calcular el valor de ponderación del enlace ascendente W , para lo cual se ruega consultar la solicitud internacional de patente de PCT/CN2002/000946, titulada "Smart antenna and beam forming method and device", con publicación internacional n°. WO 2004/030239 A1.

Para el cuarto tipo de canal con diversas interferencias y ruidos, la realización adopta el algoritmo de conformación de haz LMS_DRMTA (red multiobjetivo desensanchada reensanchada de media cuadrática mínima) asistido por bit piloto para calcular el valor de ponderación del enlace ascendente W .

El proceso principal del algoritmo de conformación de haz LMS_DRMTA asistido por bit piloto es el siguiente:

Etapas I, inicializar el vector de ponderación recibido de la red del usuario i -ésimo como $[1, 0, \dots, 0]^T$;

Etapas II, actualizar el valor de ponderación según la siguiente ecuación (1) durante el bit piloto (con su longitud inferior o igual a 8), y generar señales de referencia mediante la siguiente ecuación (2).

$$\begin{cases} Y_i(j) = [W_i^H X(j)]^T = [y_i(1 + jK), y_i(2 + jK), \dots, (K + jK)]^T; \\ \hat{b}_i(j) = \text{sgn} \left\{ \text{Im} \left(\sum_{k=1+jK}^{(j+1)K} y_i(k) c_i(k) \right) \right\}; \\ r_i(j) = \hat{b}_i(j) [c_i(1 + jK), c_i(2 + jK), \dots, c_i(K + jK)]; \\ W_i(j+1) = [X(j) X(j)^H]^{-1} X(j) r_i^*(j). \end{cases} \quad (1)$$

$$r_i(j) = b_{\text{pilot}}(j) [c_i(1 + jK), c_i(2 + jK), \dots, c_i(K + jK)]. \quad (2)$$

en donde, $K = N_c \cdot N_s$, N_c es la ganancia del espectro ensanchado, N_s es el múltiplo de sobremuestreo.

Etapas III, durante la corriente de código de información, el vector de ponderación generado en las etapas anteriores se usa como valor inicial, generando la señal de referencia mediante la ecuación (1), y actualizando mediante el siguiente método:

$$W_i(j+1) = W_i(j) + \mu X(j) E_i(j+1)^H. \quad (3)$$

$$E_i(j) = r_i(j) - Y_i(j)$$

en donde μ representa la longitud del paso; $[X(j)]_{N \times P}$ representa el vector recibido de la red del bit de información actual; $[r_i(j)]_{1 \times P}$ es la señal de referencia generada por la ecuación (1); $[E_i(j)]_{1 \times P}$ representa el vector de error de corrección del vector de ponderación del bit de información actual; $[Y_i(j)]_{1 \times P}$ es la salida de la red de P instantáneas del bit de información actual;

Etapas IV, repetir las etapas II – III hasta que el algoritmo converja.

Para el otro contenido relacionado, se ruega consultar la solicitud de patente internacional de PCT/CN02/00947, titulada "Smart antenna and adaptive beam forming method and device thereof". Esta invención sólo hace la mejora parcial anterior para el algoritmo descrito.

Etapas 24, conformar el haz $Y = W^H \cdot X$ después de ponderar cada señal de los canales individuales.

Etapas 25, seleccionar el método correspondiente para realizar la detección de multiusuarios según el resultado de la identificación del tipo de canal.

Los datos del entorno de canal detectado también se usan para seleccionar el tipo de detección de multiusuarios, para eliminar la interferencia de este tipo de canal de la manera más eficaz.

- 5 Para el primer tipo de canal, se usa el método de detección de multiusuarios basado en la media cuadrática mínima para contrarrestar el AWGN.

Para el segundo tipo de canal, se usa el método de detección de decorrelación para contrarrestar la CCI.

- 10 Para el tercer tipo de canal, se usa el método de neutralización de interferencias paralelas para la detección de multiusuarios.

- 15 Durante una llamada, si una estación móvil se desplaza al primer tipo de canal desde el tercer tipo de canal a través del segundo tipo de canal, los diferentes métodos correspondientes anteriores se adoptan en tiempo real para realizar la detección de multiusuarios según el resultado de la identificación.

- 20 El entorno en el que está situado el cuarto canal es un entorno de comunicación complejo, para lo cual esta realización usa el método de cancelación de interferencia multiacceso parcial para contrarrestar diversas interferencias y ruidos.

- En dicho método de cancelación de interferencia multiacceso parcial, durante el procesamiento de la red, el vector de ponderación recibido de la red conforma el haz dirección con su lóbulo principal apuntando hacia el lugar alrededor del usuario esperado, suprimiendo así en gran medida la señal de usuario interferente procedente de otras

- direcciones. Puede afirmarse que, en $Y_i(j) = \sum_{k=1}^N w_{ik} x_k(j) = W_i^H X(j)$, sólo cuando el usuario interferente está

- 25 situado cerca del usuario esperado, puede haber una componente de usuario interferente fuerte; la componente de la señal de usuario interferente lejos del usuario esperado es muy débil. Cuando se usa $Y_i(j)$ para realizar la cancelación de interferencias paralelas para todos los usuarios activos, como un gran número de componentes de la señal de usuario interferente ya han sido suprimidos previamente, la estimación para la señal de regeneración de los usuarios más interferentes no es muy exacta, por lo tanto, la estimación para la interferencia multiacceso del usuario esperado tampoco es muy exacta, lo cual incluso empeorará el resultado de la desmodulación primaria del usuario esperado en un caso grave. Por esta razón, se usa el método de interferencia multiacceso parcial para, por una parte, evitar la estimación de interferencia inexacta debida a que las componentes de la interferencia extremadamente débiles empeoran el rendimiento del sistema, por otra parte, reducir en gran medida el número de usuarios interferentes para una cancelación práctica, y disminuir la cantidad de cálculo del sistema.

- 35 Al distinguir los usuarios interferentes fuertes y débiles, en primer lugar se usa la salida de red $Y_i(j)$ para realizar filtrado adaptado para todos los usuarios activos para obtener la variable de decisión programada primaria para todos los usuarios activos:

40
$$Z_i(j) = \sum_{l=1}^P c_l((j-1)P+l) \cdot Y_i(j), i = 1, \dots, M$$

Siempre y cuando el usuario k-ésimo sea el usuario esperado de este canal receptor, entonces es el usuario interferente fuerte si se satisface $\frac{|Z_i(j)|}{|Z_k(j)|} \geq \rho, i \neq k$, y tiene que realizarse cancelación de interferencia, en donde

- 45 $0 < \rho < 1$ es el umbral preestablecido para distinguir señales de usuarios interferentes fuertes y débiles.

Etapa 26, calcular el valor de ponderación del enlace descendente según el valor de ponderación del enlace ascendente obtenido.

- 50 Para el sistema CDMA que usa duplexación por división de tiempo TDD, la señal de enlace ascendente y la señal de enlace descendente funcionan en el mismo punto de frecuencia y pasan por el mismo canal, y el intervalo entre el tiempo de envío y el tiempo de recepción es sólo varios milisegundos, así que las características de los canales de enlace ascendente y enlace descendente pueden considerarse constantes. Por lo tanto, el valor de ponderación del enlace ascendente puede usarse directamente para el valor de ponderación del enlace descendente, necesitando únicamente obtener el conjugado del valor de ponderación del enlace ascendente y multiplicarlo por el valor de ponderación de corrección, como tal, la información del espacio de recepción del usuario se transforma siendo representada por el espacio de transmisión del usuario.

Para el sistema CDMA que usa duplexación por división de frecuencia FDD, las transmisiones del enlace

ascendente y el enlace descendente están separadas a través de la frecuencia, con el enlace ascendente y el enlace descendente ocupando diferentes frecuencias. Como el desvanecimiento rápido que resultaba de la transmisión multitrayecto depende de la frecuencia, los coeficientes de desvanecimiento rápido que corresponden al enlace ascendente y el enlace descendente de FDD son irrelevantes. Por eso el valor de ponderación del enlace ascendente no puede usarse directamente para el valor de ponderación del enlace descendente, y es necesaria cierta conversión.

Para clarificar aún más el procesamiento anterior, se usará el sistema DS-CDMA en un canal AWGN como ejemplo para la descripción. Considerando el procesamiento de recepción de un sector en una célula, siempre que se adopte una red lineal uniforme con M elementos de antena en cada sector, en el que hay N usuarios activos, la ganancia de procesamiento del sistema es G, y N usuarios del sector son todos fuentes de señal de campo lejanas para la red de antenas de estación base, entonces la señal recibida del elemento k-ésimo por la red de antenas de estación base en el momento t (símbolo fuente j-ésimo) es:

$$x_k = \sum_{i=1}^N \sqrt{2E_i} b_i(j) c_i((j-1)G+l) a_k(\theta_i) + n_k(t) \quad k = 1, \dots, M$$

en donde:

E_i representa la energía de cada chip de codificación de espectro ensanchado después de realizarse el ensanchamiento de espectro del símbolo fuente del usuario i-ésimo;

$b_i(j)$ representa el valor del símbolo fuente j-ésimo del usuario i-ésimo, que es +1 o -1;

$c_i((j-1)P+l)$, $l = 1, \dots, G$ representa el primer chip de codificación de espectro ensanchado del símbolo fuente j-ésimo del usuario i-ésimo;

$a_k(\theta_i)$ representa la componente k-ésima del vector de dirección $a(\theta_i)$ de la red de antenas de estación base del usuario i-ésimo; en donde

$$a(\theta_i) = [1, e^{j\phi}, e^{j2\phi}, \dots, e^{j(N-1)\phi}]^T, \phi = \frac{d \sin(\theta_i)}{\lambda} 2\pi, \quad d \text{ es la separación del elemento de la red lineal}$$

uniforme, λ es la frecuencia de la portadora, $n_k(t)$ representa el AWGN del elemento k-ésimo.

$$\text{Así, } X(j) = [x_1(j), x_2(j), \dots, x_M(j)]^T = \sum_{i=1}^N \sqrt{2E_k} b_i(j) c_i((j-1)G+l) a_k + n(j) \text{ representa la salida de}$$

una instantánea de toda la red. Siempre y cuando el vector de ponderación de recepción del usuario i-ésimo sea $W_i = [w_{i1}, w_{i2}, \dots, w_{iM}]^T$, entonces la señal de salida de la red del usuario i-ésimo es:

$$Y_i(j) = \sum_{k=1}^M w_{ik} x_k(j) = W_i^H X(j)$$

$Y_i(j)$ se usa para realizar la decisión de desmodulación para el usuario i-ésimo. $Y_i(j)$ se realiza directamente filtrado adaptado para obtener:

$$Z_i(j) = \sum_{l=1}^P c_i((j-1)G+l) \cdot Y_i(j) = D_i(j) + I_i(j) + n_i(j)$$

en donde $D_i(j) = P b_i(j) \sqrt{2E_i} a_i$ representa la componente de la señal esperada en la salida con filtrado adaptado.

$$I_i(j) = \sum_{l=1}^P c_i((j-1)G+l) \cdot \sum_{k \neq i} \sqrt{2E_k} b_k(j) c_k((j-1)G+l) a_k \text{ representa la componente de la interferencia}$$

multiusuario en el canal de recepción del usuario i-ésimo. $n_i(j)$ representa el AWGN en el canal de recepción del usuario i-ésimo.

Al realizar el procesamiento de la red, se ha de estimar $a_i(j)$ de la manera más exacta posible, para hacer que el

lóbulo principal del patrón de la red de recepción se dirija a la dirección de llegada del usuario esperado, y llevar a cabo la restricción de la señal de usuario interferente por el lóbulo lateral relativamente bajo. La cancelación de interferencias paralelas es principalmente para estimar el valor estimado $\hat{I}_i(j)$ de la componente de interferencia multiacceso en $Z_i(j)$ lo más exactamente posible, y restarlo de la señal recibida para obtener señales de recepción más puras del usuario esperado. La variable de decisión programada del usuario esperado es $D_i(j) = Z_i(j) - \hat{I}_i(j)$, y el bit de salida de desmodulación correspondiente es $\hat{b}_i(j) = \text{sign}(D_i(j))$.

Igualmente, el proceso de procesamiento anterior también puede aplicarse fácilmente a otros entornos ruidosos. El patrón de la red tampoco está limitado a la red lineal uniforme, las redes de otras formas, como una red no uniforme, una red circular, una red en forma de arco, etc., pueden generalizarse fácilmente.

Basándose en lo anterior, la invención mejora la limitación del entorno de aplicación de un único algoritmo de conformación de haz adaptable, amplía la gama de aplicación de la antena inteligente en un entorno de comunicación, y puede rastrear el movimiento rápido de los usuarios en tiempo real, y resistir diversos entornos de interferencia. Mientras tanto, si se usa arquitectura de sistema basada en radio por software, esta invención no tendrá coste de hardware relativamente grande comparado con la antena inteligente convencional, potenciando así la relación rendimiento – precio del sistema de antena inteligente.

Para resumir, la técnica de antena inteligente presentada en la invención es un medio que puede superar eficazmente la característica de variación temporal del canal. El método de conformación de haz adaptable correspondiente se selecciona a través de decisiones para diferentes canales, o se añade un método de detección de multiusuarios, para satisfacer las exigencias de comunicación bajo diferentes entornos, y potenciar la calidad de comunicación.

25 **Aplicabilidad industrial**

El método de la presente invención puede usarse para implementar un sistema de antena inteligente. Potencia en gran medida la relación de rendimiento - precio de un sistema de estación base de antena inteligente con coste de hardware relativamente bajo, hace que la ingeniería sea fácil de implementar, y mejora en gran medida el rendimiento de procesamiento de la estación base inteligente.

REIVINDICACIONES

1. Un método para implementar una antena inteligente de sistema WCDMA, que comprende las siguientes etapas de:
- 5 (a) procesar las señales recibidas por una red de antenas en una canal de radiofrecuencia para obtener datos de red de banda base que incluyen una pluralidad de componentes (21),
- 10 (b) estimar e identificar un entorno de comunicación inalámbrica en el que está situado un canal según las características de dichos datos de red, determinar el tipo de canal al que pertenece actualmente el canal basándose en un criterio de decisión establecido para el tipo de canal (22),
- 15 (c) seleccionar en tiempo real un algoritmo de conformación de haz adaptable correspondiente según el resultado de la identificación del tipo de canal, calcular un valor de ponderación del enlace ascendente (23),
- (d) multiplicar dichos datos de red y dicho valor de ponderación del enlace ascendente para conformar un haz (24),
- 20 (e) seleccionar en tiempo real un algoritmo de detección de multiusuarios correspondiente para procesar los datos después de que el haz está conformado según el resultado de la identificación del tipo de canal, y completar la distinción de usuarios (25).
2. El método para implementar la antena inteligente de la reivindicación 1, en el que en dicho criterio de decisión para el tipo de canal, los tipos de canal se dividen en las tres clases siguientes o cualquier combinación de las mismas: primera, el ruido blanco gaussiano aditivo es la parte de interferencia principal, el entorno en el que está situado está lejos de la estación base, la potencia de la señal es débil y el ruido es fuerte; segunda, la interferencia de canal común es la parte de interferencia principal, el entorno en que está situado es interferido por el canal común de otras células; tercera, la interferencia entre símbolos es la parte de interferencia principal, el entorno en que está situado tiene interferencia entre símbolos considerable debido a la gran diferencia de retardos temporales entre cada una de las componentes multitrayecto.
- 25 3. El método para implementar la antena inteligente de la reivindicación 2, en el que dicho criterio de decisión para el tipo de canal determina el tipo de canal según la desviación del espectro de potencia en banda y el autovalor de la matriz de correlación de dichos datos de red, dicho criterio de decisión incluye cualquier combinación de los tres, o al menos dos criterios siguientes:
- 30 si el número de autovalores efectivos es 1, y la desviación del espectro de potencia en banda es pequeña, se trata de dicho primer tipo de canal,
- 35 si el número de autovalores efectivos es 1, y la desviación del espectro de potencia en banda es grande, se trata de dicho segundo tipo de canal,
- 40 si el número de autovalores efectivos es mayor que 1, y la desviación del espectro de potencia en banda es pequeña, se trata de dicho tercer tipo de canal.
- 45 4. El método para implementar la antena inteligente de la reivindicación 2, en el que en dicha etapa (c) de seleccionar el algoritmo de conformación de haz adaptable correspondiente según el resultado de la identificación del tipo de canal, se sigue cualquier combinación de los tres, o al menos dos criterios siguientes:
- 50 para el primer tipo de canal con ruido blanco gaussiano aditivo como la parte de interferencia principal, se adopta un algoritmo de conformación de haz de combinación de relación máxima,
- para el segundo tipo de canal con interferencia de canal común como la parte de interferencia principal, se adopta un algoritmo de módulo constante avanzado (CMA) para la conformación de haz,
- 55 para el tercer tipo de canal con interferencia entre símbolos como la parte de interferencia principal, se adopta un algoritmo de conformación de haz recursivo concatenado avanzado.
5. El método para implementar la antena inteligente de la reivindicación 1, en el que en dicha etapa (e) de seleccionar el algoritmo de detección de multiusuarios correspondiente según el resultado de la identificación del tipo de canal, se sigue cualquier combinación de los tres, o al menos dos criterios siguientes:
- 60 para el primer tipo de canal con ruido blanco gaussiano aditivo como la parte de interferencia principal, se adopta el método de detección de multiusuarios basado en la media cuadrática mínima,
- 65 para el segundo tipo de canal con interferencia de canal común como la parte de interferencia principal, se adopta el método de detección de decorrelación,

para el tercer tipo de canal con interferencia entre símbolos como la parte de interferencia principal, se adopta el método de neutralización de interferencias paralelas.

5 6. El método para implementar la antena inteligente de la reivindicación 2, 3 o 4, en el que el criterio de decisión para el tipo de canal establecido en la etapa (a) además incluye un cuarto tipo de canal: existen diversas interferencias y ruidos, el entorno en el que está situado es un entorno de comunicación complejo con ruido fuerte y tanto interferencia de canal común como interferencia entre símbolos, su condición de decisión correspondiente es: el número de autovalores efectivos es mayor que 1, y la desviación de potencia en banda es grande; en dicha etapa (c) de seleccionar el algoritmo de conformación de haz adaptable correspondiente según el resultado de la identificación del tipo de canal, para dicho cuarto tipo de canal se adopta un algoritmo de conformación de haz asistido por bits piloto.

15 7. El método para implementar la antena inteligente de la reivindicación 6, en el que en dicha etapa (e) de seleccionar el algoritmo de detección de multiusuarios correspondiente según el resultado de la identificación del tipo de canal, para el cuarto tipo de canal con diversas interferencias y ruidos se usa el método de cancelación de interferencia multiacceso parcial.

20 8. El método para implementar la antena inteligente de la reivindicación 1, en el que dicha etapa (e) es seguida por una etapa (f): calcular el valor de ponderación del enlace descendente según el valor de ponderación del enlace ascendente obtenido (26).

25 9. El método para implementar la antena inteligente de la reivindicación 3 o 6, en el que cuando dicha desviación de potencia en banda es mayor que un umbral establecido, se considerará que la desviación de potencia en banda es relativamente grande, de lo contrario, se considerará que es relativamente pequeña.

30 10. Un dispositivo de antena inteligente para un sistema WCDMA, que incluye una red de antenas (10), un módulo de canal de radiofrecuencia (RF) (11), y un módulo de conformación de haz (12) para conformar el haz después de ponderar cada una de las señales de los canales individuales, incluyendo el dispositivo de antena inteligente además un módulo de detección y clasificación de entorno de canal (13), un módulo de selección de algoritmo de conformación de haz y generación de valor de ponderación (14), y un módulo de detección de multiusuarios (15), en el que:

35 dicho módulo de detección y clasificación de entorno de canal (13) se usa para estimar e identificar un entorno de comunicación inalámbrica en el que está situado un canal según las características de los datos de red de banda base recibidos desde dicho canal de RF, para determinar el tipo de canal actual, y devolver como salida el resultado a dicho módulo de selección de algoritmo de conformación de haz y generación de valor de ponderación,

40 dicho módulo de selección de algoritmo de conformación de haz y generación de valor de ponderación (14) se usa para seleccionar un algoritmo de conformación de haz correspondiente según el resultado de la identificación del tipo de canal, para calcular un nuevo valor de ponderación del enlace ascendente según dichos datos de red y la realimentación de señal de conformación de haz, y enviar el nuevo valor de ponderación del enlace ascendente a dicho módulo de conformación de haz,

45 dicho módulo de detección de multiusuarios (15) se usa para seleccionar el algoritmo de detección de multiusuarios correspondiente según el resultado de la identificación de dicho tipo de canal, para procesar dicha señal de conformación de haz, y completar la distinción de usuarios.

50 11. El dispositivo de antena inteligente de la reivindicación 10, en el que dicho módulo de detección y clasificación de entorno de canal (13) además incluye: una unidad de cálculo de autovalores, para calcular el autovalor de la matriz de correlación de los datos de red y contar el número de autovalores efectivos; una unidad de cálculo de desviación del espectro de potencia en banda, para estimar la potencia de cada canal de las señales recibidas por la red y calcular la desviación del espectro de potencia en banda; y una unidad de decisión de tipo de canal, para identificar el tipo al que pertenece actualmente el canal por un criterio de decisión establecido según el número de autovalores efectivos y la desviación del espectro de potencia en banda.

60 12. El dispositivo de antena inteligente de la reivindicación 11, en el que cuando dicha unidad de decisión de tipo de canal identifica el tipo al que pertenece actualmente el canal según el número de autovalores efectivos y la desviación del espectro de potencia en banda, se sigue cualquier combinación de los tres, o al menos dos criterios siguientes:

65 si el número de autovalores efectivos es 1, y la desviación del espectro de potencia en banda es pequeña, se trata de dicho primer tipo de canal, en el que el ruido blanco gaussiano aditivo es la parte de interferencia principal, el entorno en el que está situado está lejos de la estación base, la potencia de la señal es débil y el ruido es fuerte;

si el número de autovalores efectivos es 1, y la desviación del espectro de potencia en banda es grande, se trata de

dicho segundo tipo de canal, en el que la interferencia de canal común es la parte de interferencia principal, el entorno en que está situado es interferido por el canal común de otras células;

5 si el número de autovalores efectivos es mayor que 1, y la desviación del espectro de potencia en banda es pequeña, se trata de dicho tercer tipo de canal, en el que la interferencia entre símbolos es la parte de interferencia principal, el entorno en que está situado tiene interferencia entre símbolos considerable debido a la gran diferencia de retardos temporales entre cada una de las componentes multitrayecto.

10 13. El dispositivo de antena inteligente de la reivindicación 12, en el que cuando dicho módulo de detección de multiusuarios (15) selecciona el algoritmo de detección de multiusuarios correspondiente según el resultado de la identificación del tipo de canal, se sigue cualquier combinación de los tres, o al menos dos criterios siguientes:

15 para el primer tipo de canal con ruido blanco gaussiano aditivo como la parte de interferencia principal, se adopta el método de detección de multiusuarios basado en la media cuadrática mínima;

para el segundo tipo de canal con interferencia de canal común como la parte de interferencia principal, se adopta el método de detección de decorrelación;

20 para el tercer tipo de canal con interferencia entre símbolos como la parte de interferencia principal, se adopta el método de neutralización de interferencias paralelas.

25 14. El dispositivo de antena inteligente de la reivindicación 13, en el que cuando dicha unidad de decisión de tipo de canal identifica el tipo al que pertenece actualmente el canal según el número de autovalores efectivos y la desviación del espectro de potencia en banda, sigue los siguientes criterios:

si el número de autovalores efectivos es mayor que 1, y la desviación de potencia en banda es grande, se trata del cuarto tipo de canal, en el que existen diversas interferencias y ruidos, el entorno en que está situado es un entorno de comunicación complejo con ruido fuerte y tanto interferencia de canal común como interferencia entre símbolos;

30 cuando dicho módulo de detección de multiusuarios selecciona el algoritmo de detección de multiusuarios correspondiente según el resultado de la identificación del tipo de canal, se usa un método de cancelación de interferencia multiacceso parcial para el cuarto tipo de canal.

35 15. El dispositivo de antena inteligente de la reivindicación 12 o 14, en el que cuando dicha unidad de decisión de tipo de canal determina que dicha desviación de potencia en banda es mayor que un umbral establecido, se considera que la desviación de potencia en banda es relativamente grande, de lo contrario, se considera que es relativamente pequeña.

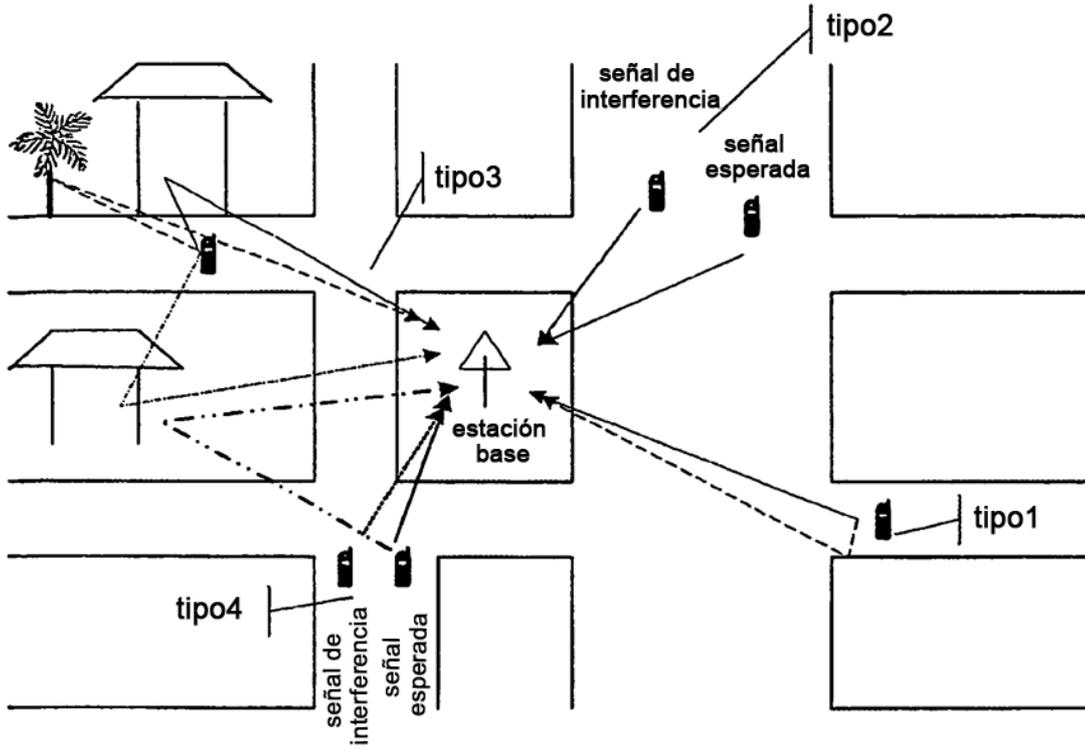


fig. 1

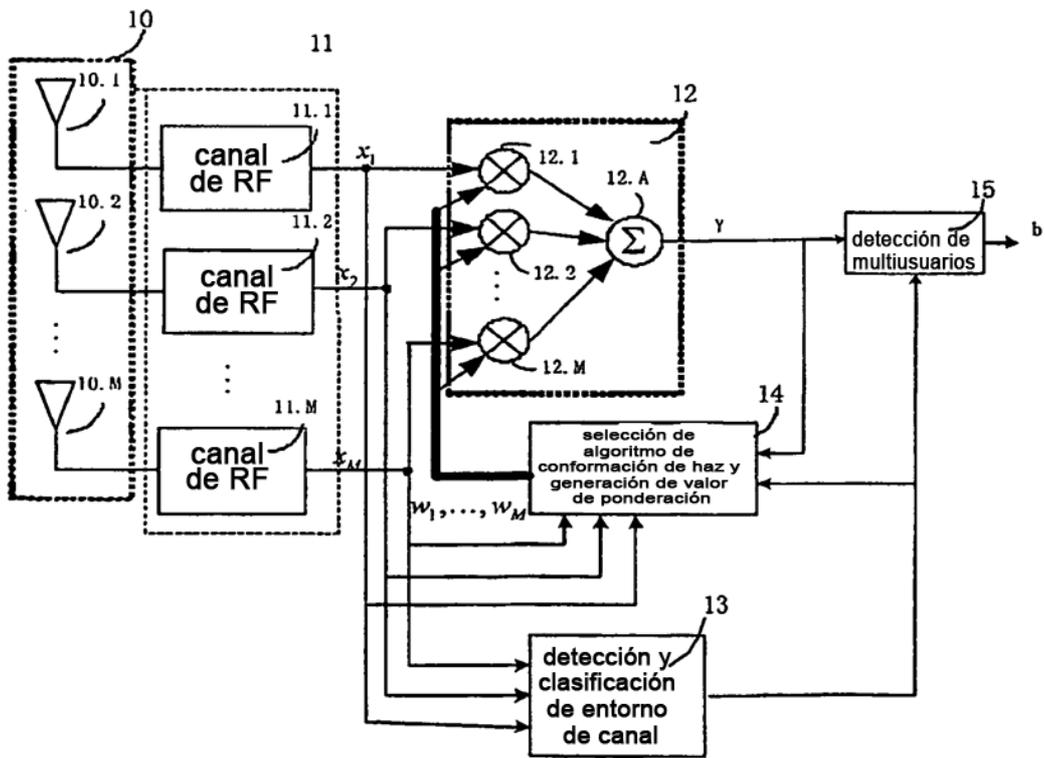


fig. 2

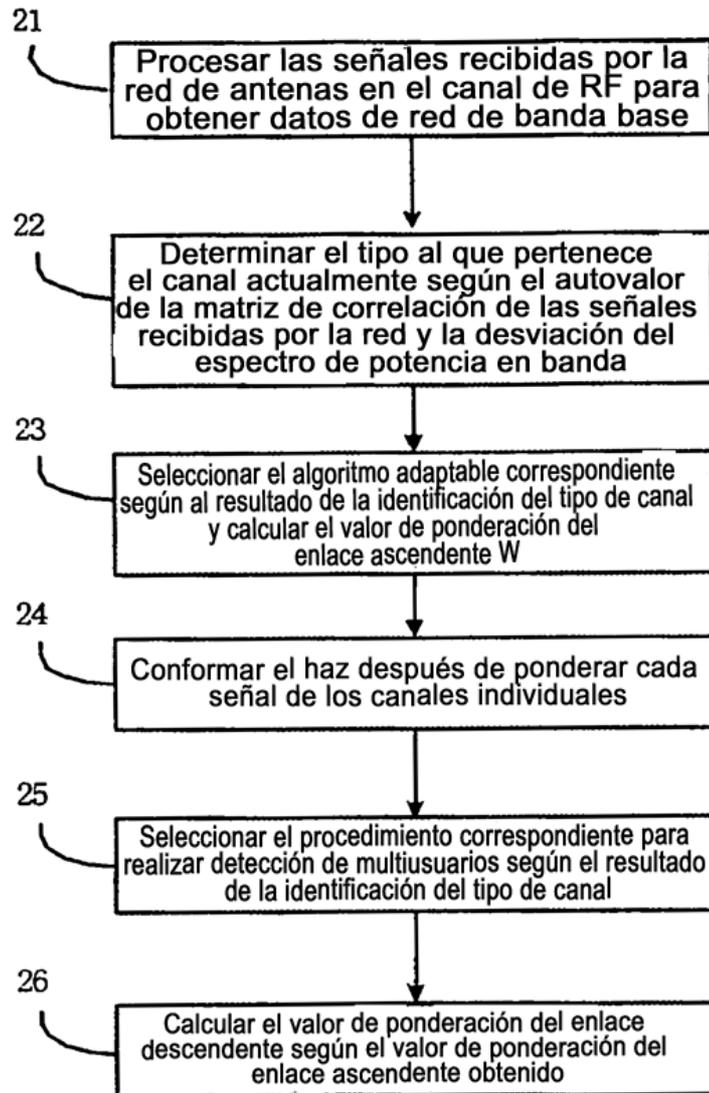


fig. 3

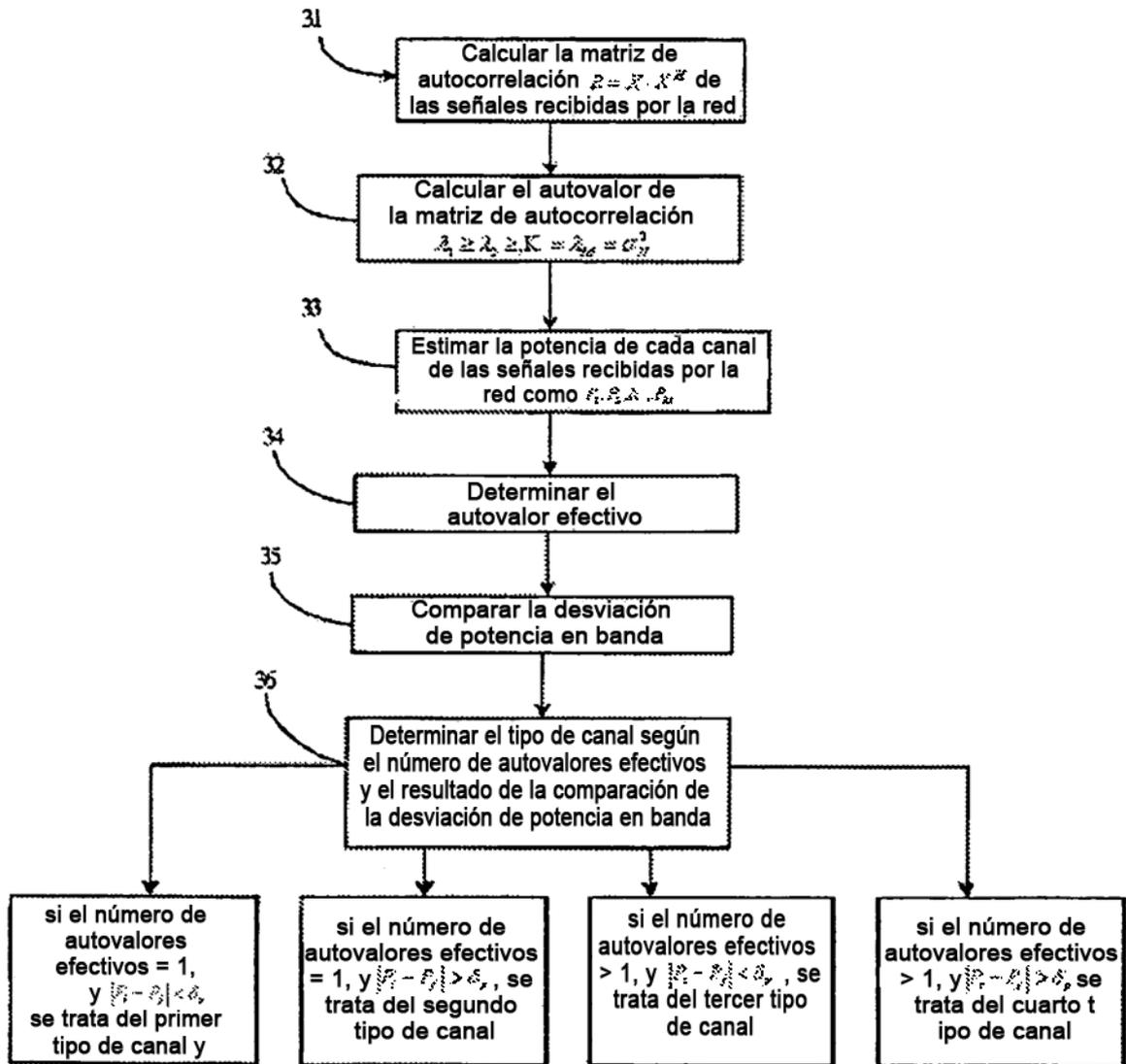


fig. 4